

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ

“КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ

ІМЕНІ ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО”

Інженерно-хімічний факультет

Кафедра машин та апаратів хімічних і нафтопереробних виробництв

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри МАХНВ

_____ Я. М. Корнієнко
(підпис)

“ ” _____ 20__ р.

ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ

на здобуття ступеня бакалавра

за напрямом підготовки: 13 – Машинобудування

спеціальність: 133 – Галузеве машинобудування

спеціалізація: Інжиніринг, обладнання та технології хімічних та нафтопереробних виробництв

на тему: Модернізація десорбера дільниці очистки синтез-газу. Комплексний.

Виконав студент IV курсу, групи ЛН-51

Євзютін Павло Юрійович

Керівник проекту старший викладач, к.т.н. Двойнос Я. Г.
(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

(підпис)

Консультанти:
з охорони праці канд. техн. наук, доцент І. М. Ковтун
(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

(підпис)

з економіки асистент, канд. техн. наук, С. С. Гайдай
(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

(підпис)

Рецензент:
(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

(підпис)

Засвідчую, що у цьому дипломному проекті немає запозичень з праць інших авторів без відповідних посилань.

Студент _____ П. Ю. Євзютін

Київ – 2019

ABSTRACT

UDC 066.233

The Bachelor Diploma project "Modernization of desorber of the site of purification of synthesis gas. Complex."/ National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnical Institute"; Scientific supervisor Y. Dvoynos - K., 2019.-171p. Developer. - P. Yevzyutin - Bibliographer:95 p.

The explanatory note consists of an introduction, eight chapters, a conclusion, a reference list of nineteen items. The total volume of work 150 p., figure 19, tables 7 and 4 appendices.

The purpose of the project is to design a desorber for cleaning methanol from hydrogen sulfide. The designed desorber will regenerate methanol at the site of purification of synthesis gas.

The note contains the description of the technological process, the choice of the type of desorber, and its place in the technological scheme, the technical characteristics of the apparatus, comparison of the basic indicators of the design with the analogues, the patent research of the design, measures for the protection of labor, and calculations confirming the efficiency and reliability of the design. The recommendations for installation and operation are given. The plant was modernized and the expected technical and economic indicators were determined.

As a result of modernization, it will be possible to produce synthesis - gas (raw materials for ammonia production) from cheaper raw materials - coal, and not from natural gas, which is scarce in Ukraine. Levels of standardization and unification are also defined.

SYNTHESIS-GAS, METHANOL, COOPERATIVES, DESORBERS, AMIACS, CHEMICAL CARBON.

РЕФЕРАТ

УДК 066.233

Дипломний проект освітньо-кваліфікаційного рівня “бакалавр” на тему: ”Модернізація десорбера ділянки очистки синтез-газу. Комплексний.”/ НТУУ «КПІ ім. І. Сікорського». Керівник ДвойносЯ.Г. – К., НТУУ «КПІ ім. І. Сікорського» 2019.- 150с. іл.. - Викон. Євзютін П. Ю. – Бібліогр.: с. 95.

Пояснювальна записка складається зі вступу, восьми розділів, висновків і списку посилань з 19 найменувань. Загальний обсяг записки становить 171 сторінок основного тексту, 19 рисунків, 7 таблиць.

Мета проекту – проектування десорбера для очистки метанолу від сірководню. Спроектований десорбер дозволить регенерувати метанол на ділянці очистки синтез - газу.

Записка містить опис технологічного процесу, вибір типу десорбера, і його місце в технологічній схемі, технічну характеристику апарата, порівняння основних показників розробленої конструкції з аналогами, патентне дослідження конструкції, наведено заходи, щодо охорони праці, проведено розрахунки, що підтверджують працездатність і надійність конструкції. Наведено рекомендації з монтажу та експлуатації. Проведено модернізацію установки та визначено очікувані техніко-економічні показники. Внаслідок модернізації, з'явиться можливість виробляти синтез – газ (сировину для виробництва аміаку) з більш дешевої сировини – кам'яного вугілля, а не з природного газу, який є дефіцитним в Україні. Визначені також рівень стандартизації та уніфікації.

СИНТЕЗ-ГАЗ, МЕТАНОЛ, СІРКОВОДЕНЬ, ДЕСОРБЕР, АМІАК, КАМ'ЯНЕ ВУГІЛЛЯ.

Реферат

УДК 066.233

Дипломный проект образовательно-квалификационного уровня "бакалавр" на тему: "Модернизация десорбера участка очистки синтез-газа. Комплексный. "/ НТУУ «КПИ им. И. Сикорского ». Руководитель Двойнос Я. - Г., НТУУ «КПИ им. И. Сикорского »2019.- 150с. ил .. - Исп. Евзютин П. Ю. - Библиогр .: с. 95.

Пояснительная записка состоит из введения, восьми глав, заключения и списка ссылок с 19 наименований. Общий объем записки составляет 171 страниц основного текста, 19 рисунков, 7 таблиц.

Цель проекта - проектирование десорбера для очистки метанола от сероводорода. Спроектированный десорбер позволит регенерировать метанол на участке очистки синтез - газа.

Записка содержит описание технологического процесса, выбор типа десорбера, и его место в технологической схеме, техническую характеристику аппарата, сравнение основных показателей разработанной конструкции с аналогами, патентное исследование конструкции, приведены мероприятия по охране труда, проведены расчеты, подтверждающие работоспособность и надежность конструкции. Приведены рекомендации по монтажу и эксплуатации. Проведена модернизация установки и определены ожидаемые технико-экономические показатели. Вследствие модернизации, появится возможность производить синтез - газ (сырье для производства аммиака) с более дешевого сырья - каменного угля, а не из природного газа, который является дефицитным в Украине. Определены также уровень стандартизации и унификации.

СИНТЕЗ-ГАЗ, МЕТАНОЛ, СЕРОВОДОРОД, ДЕСОРБЕРА, АММИАК, КАМЕННЫЙ УГОЛЬ.

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
“КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
ІМЕНІ ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО”
Інженерно-хімічний факультет
Кафедра машин та апаратів хімічних і нафтопереробних виробництв

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
ДО ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТУ
на здобуття ступеня бакалавра

за напрямом підготовки: 13 – Машинобудування

спеціальність: 133 – Галузеве машинобудування

спеціалізація: Інжиніринг, обладнання та технології хімічних та нафтопереробних виробництв

на тему: Модернізація десорбера дільниці очистки синтез-газу. Комплексний.

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
“КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
ІМЕНІ ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО”

Інженерно-хімічний факультет

Кафедра машин та апаратів хімічних і нафтопереробних виробництв

Освітній ступінь: бакалавр

Напрямок підготовки: 13 – Машинобудування

Спеціальність: 133 – Галузеве машинобудування

Спеціалізація: Інжиніринг, обладнання та технології хімічних та нафтопереробних виробництв

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ Я. М. Корнієнко

“__” _____ 20__ р.

ЗАВДАННЯ

на дипломний проект студенту

Євзютіну Павлу Юрійовичу

1. Тема проекту: Модернізація десорбера дільниці очистки синтез-газу. Комплексний.

Керівник проекту старший викладач, к.т.н. Двойнос Я. Г.

Затверджена наказом по університету від “__” _____ 20__ р. № _____

2. Термін подання студентом проекту: 1 червня 2019р.

3. Вихідні дані до проекту: продуктивність по спирту 3150 кг/год; температура мінус 5°C, концентрація сірководню у метанолі на вході 1,4% по масі, на виході – 0,01%, концентрація сірководню у повітрі на виході – 0,2%. Схема руху потоків в десорбері – протитечія.

4. Зміст пояснювальної записки: а) основна частина: розглянути існуючі конструкції десорберів, обґрунтувати вибір конструкції апарата; проаналізувати обрану

конструкцію в порівнянні з кращими вітчизняними та світовими аналогами; здійснити розрахунки, що підтверджують працездатність та надійність конструкції: параметричний, конструктивний та гідравлічний, розрахунки на міцність і надійність елементів конструкції апарату; виконати складальне креслення десорбера та його основних складальних одиниць і деталей; розробити рекомендації до монтажу та експлуатації десорбера; здійснити оцінку рівня стандартизації та уніфікації розробки.

б) економічна частина: обґрунтувати модернізацію апарату та оцінити його ефективність;

в) охорона праці: провести аналіз відповідності апарату до вимог охорони праці, викласти основні вимоги безпечної експлуатації апарата.

5. Перелік графічного матеріалу (із зазначенням обов'язкових

креслеників, плакатів, презентацій тощо): технологічна схема виробництва – А1, складальні креслення: десорбер – А1, царга – А1, кришка верхня – А2, розподільник рідини – А3, ковпак – А3, технічна ідея – А3.

6. Консультанти розділів проекту:

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Охорона праці	Ковтун І. М.		
Економіка	Гайдай С. С.		

7. Дата видачі завдання: 15 квітня 2019 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи та питань, які мають бути розроблені відповідно до завдання	Терміни виконання	Позначки керівника про виконання завдань
1	2	3	4
1	Узгодження теми, вихідних даних, визначення джерел інформації. Обґрунтування актуальності проекту.	18.09.18	
2	Патентне дослідження. Формування змісту модернізації (на основі зміни технологічної схеми, конструкції апарату, його елементів).	01.11.18	
3	Оформлення та подання заявки на корисну модель	16.11.18	
4	Опис установки. Схема установки. Вибір і опис конструкції конденсатора. Технічна характеристика установки, апарату. Добір матеріалів.	12.12.18	
5	Параметричний розрахунок: визначення основних розмірів апарату. Розрахунок гідравлічного опору апарату	13.03.19	
6	Розробка складальних креслень апарату і його складальних одиниць. Добір конструктивних параметрів конструктивних елементів апарату	20.03.19	
7	Розрахунки на міцність.	15.04.19	
8	Уточнення графічної частини проекту та специфікацій	25.04.19	
9	Обґрунтування економічної доцільності модернізації	13.05.19	
10	Розробка вимог до апарату з питань охорони праці	15.05.19	

1	2	3	4
11	Оформлення пояснювальної записки. Перевірка відповідності проекту діючим нормам за змістом і оформленням. Підготовка до захисту. Складення плану викладення доповіді, окремих питань	17.05.19	
12	Попередній захист проекту	03.06.19	
13	Корегування проекту за результатами попереднього захисту. Отримання рецензії, відзиву. Підготовка до захисту	04.06.19	

Студент

_____ П. Ю. Євзютін
(підпис)

Керівник дипломного проекту

_____ Я. Г. Двойнос
(підпис)

Зміст

Вступ.....	12
1 Призначення область використання установки	13
1. 1 Опис технологічного процесу.....	13
1. 2 Вибір типу десорбера та його місце в технологічній схемі.....	15
2 Технічна характеристика десорбера.....	16
3 Опис та обґрунтування вибраної конструкції апарата.....	17
3. 1 Опис конструкції, основних складальних одиниць та деталей апарата.....	17
3. 2 Вибір матеріалів	18
3. 3 Порівняння основних показників розробленої конструкції з аналогами	18
3. 4 Патентне дослідження	20
4 Охорона праці.....	28
4. 1 Повітря робочої зони	29
4. 2 Електробезпека.....	30
4. 3 Освітлення.....	33
4. 4 Виробничий шум.....	34
5 Розрахунки, що підтверджують працездатність та надійність конструкції.....	37
5. 1 Параметричний розрахунок	37
5. 2 Конструктивний розрахунок.....	44
5. 3 Гідравлічний розрахунок насадки.....	46
5. 4 Розрахунок штуцерів	48
5. 5 Розрахунок товщини теплової ізоляції	49
5. 6 Розрахунок товщини стінки циліндричної обичайки.....	52

					ЛН51.066233.001 ПЗ				
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата					
Разроб.	Євзютін				Модернізація десорбера дільниці очистки синтез- газу. Комплексний.	Літ.	Лист	Листів	
Перев.	Двойнос						9	150	
						КПІ ім. Ігоря Сікорського» ІХФ, каф. МАХНВ			
Н.Контр.									
Затв.									

5. 7 Розрахунок еліптичного днища апарату	54
5. 8 Перевірочний розрахунок опори за несучою спроможністю.	56
5. 9 Розрахунок укріплення отворів	57
6 Рекомендації з виготовлення та експлуатації десорбера	62
8. Техніко-економічне обґрунтування модернізації	68
Висновки	75
Выводы	76
Conclusions	77
Перелік посилань.....	78
Додаток А Документація патентного дослідження	80
Додаток Б Патенти, які використовувались в патентному дослідженні	86
Додаток В Розрахунок еліптичного днища	87
Додаток Г Публікації автора.....	92

Перелік скорочень, умовних позначень та термінів

b – ширина, м;

C – додаток до розрахункової товщини, м;

D, d – діаметри, м;

F_i – розрахункові зусилля, МН;

F_a – площа теплообмінника, м²;

G – продуктивність, т/добу;

H, h – висота, м;

K – коефіцієнт теплопередачі, Вт/(м² · К);

L – довжина труб, м;

$l_{\text{ап}}$ – розрахункова довжина апарату, м;

M – вигинаючий момент, МН/м;

m – маса, кг;

N – потужність, Вт;

P – тиск, МПа;

Q – витрати теплоти у процесі роботи, кВт;

S – Товщина стінки, м;

t – температура, К;

V – об'єм, м³;

ν – кінематичний коефіцієнт в'язкості, м²/с;

ρ_i – густина, кг/м³;

ω_i – швидкість, м/с;

Критерії:

Pr – критерій Прандтля;

Nu – критерій Нуссельта;

Re – критерій Рейнольдса;

Gr – критерій Гросгофа.

Вступ

На сьогоднішній день в Україні природний газ знаходиться в дефіциті та закупки проводяться за високими цінами. Виробництво аміаку потребує велику кількість сировини(синтез-газу), який зараз виробляється з природного газу. Отримання синтез-газу з кам'яного вугілля, або з твердих побутових відходів – є економічно доцільним за рахунок великої різниці в вартості між природним газом та вугіллям.

Метою даного проекту є вирішення задачі розрахунку і конструювання десорбера, який використовується для установки очистки сорбентом (метанолу) від сірководню та рециркуляції метанолу.

В роботі необхідно описати конструкцію десорбера та його основних складальних одиниць і деталей, обрати матеріали для його виготовлення, порівняти основні показники розробленої конструкції з аналогами, провести патентне дослідження та навести заходи по охороні праці. Провести параметричний розрахунок десорбера та розрахунки на міцність основних деталей та вузлів конструкції. Надати рекомендації, щодо монтажу та експлуатації та визначити рівень стандартизації та уніфікації десорбера.

Виконати технічне-економічне обґрунтування модернізації апарату. Виконати креслення технологічної схеми, складальне креслення десорбера, царги, кришки, ковпака, розподільного пристрою для рідини.

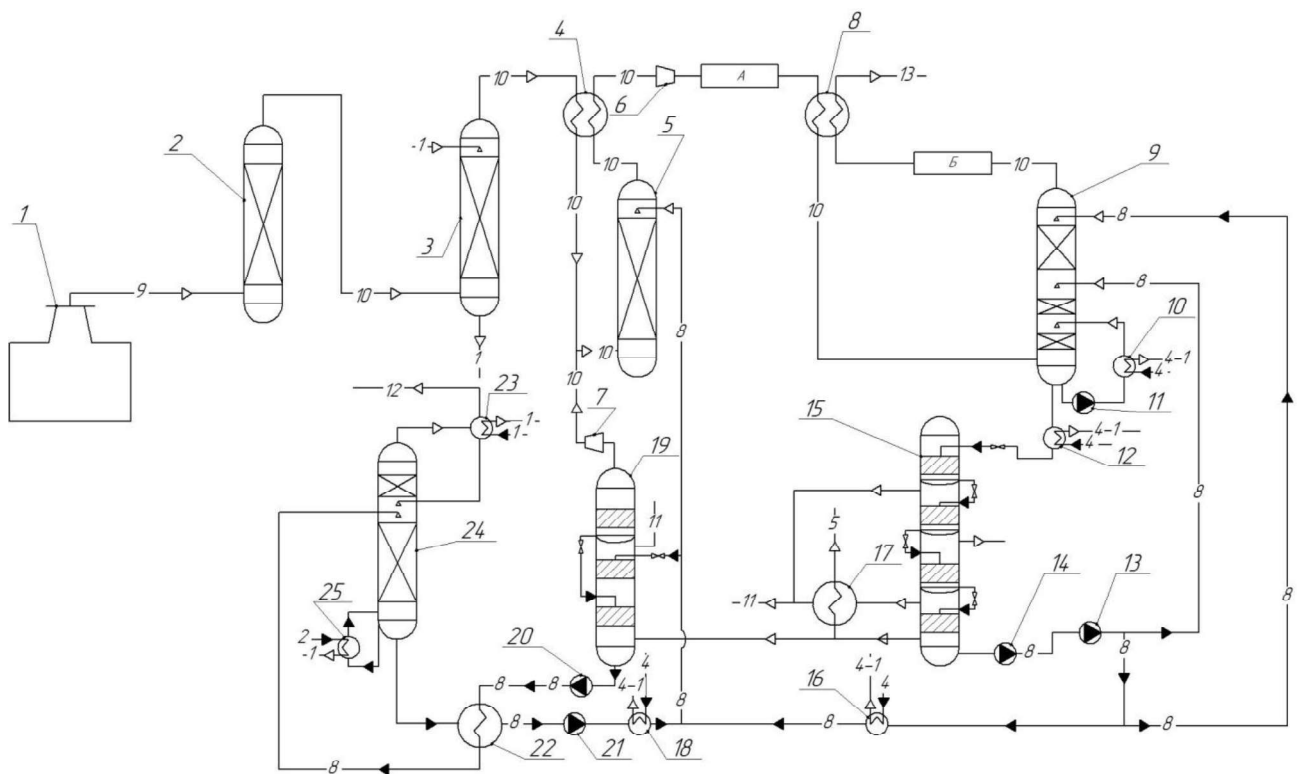
Дані для проектування були отримані 15 квітня 2019 р.

					ЛН51.066233.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

1 Призначення область використання установки

1.1 Опис технологічного процесу

Модернізовану технологічну схему виробництва синтез-газу зображено на Рисунку 1. 1 з [1, с. 291].



1-під; 2- газогенератор; 3- водяний скруббер; 4, 8, 17- газові теплообмінники; 5- абсорбер очистки сірки; 6, 7- компресор; 9- абсорбер вуглекислого газу; 10, 12, 18 – аміачний випарник; 11, 13, 14, 20, 21- насос; 15-десорбер вуглекислого газу; 16, 22- теплообмінник; 19- десорбер очистки сірки; 23- конденсатор; 24- регенератор; 25- кип'ятильник; А- конверсія СО; Б- промивка рідким азотом.

Рисунок 1. 1 – Технологічна схема очистки синтез газу.

У промисловості синтез-газ використовують для виробництва аміаку. В печі 1 спалюється паливо та подається в реактор синтез-газу 2. Попередня очистка від пилу відбувається в водяному скрубєрі 3. Далі газ подається в холодильник 4. Охолоджений газ потрапляє в абсорбер 5 де видаляється сірководень після чого стискається компресором 6 та потрапляє на ділянку конверсії CO. Далі газ очищують в абсорбері 9 від CO₂, промивають рідким азотом і подають на синтез аміаку.

У модернізованій технологічній схемі виробництва синтез-газу пічні гази з печі 1 подаються в реактор синтез-газу, попередньо очищений газ в водяному скрубєрі 3 охолоджується в холодильнику 4 до 268 К та подається в абсорбер очистки від сірководню.

Очистка синтез-газу складається з двох стадій: очистки від сірководню та вуглекислого газу. Друга стадія складається з конверсії CO – А та абсорбера CO₂ -9.

Перед подачею газу на синтез аміаку він промивається рідким азотом на стадії – Б.

Відпрацьований сорбент (метанол) з абсорберів регенерується. Метанол отруйна і небезпечна речовина, яку заборонено зливати в стоки та ґрунт та потребує спеціальних заходів з утилізації. З вище наведених причин в схемі передбачено цикл регенерації сорбенту. Цикл складається з двох стадій: десорбції сірководню та вуглекислого газу. Забруднений метанол потрапляє на стадію очистки від CO₂ стиснений до 5 МПа через холодильник 22 в десорбер 15 після чого охолоджується в теплообміннику 16 та десорбер – 19, де вилучається сірководень. Остаточна регенерація відбувається в апараті 24 де метанол кипить та подається назад в цикл після охолодження.

					ЛН51.066233.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

1. 2 Вибір типу десорбера та його місце в технологічній схемі

У десорбері метанол стікає по насадці та протитечійно продувається свіжим повітрям (рисунок 1. 2).

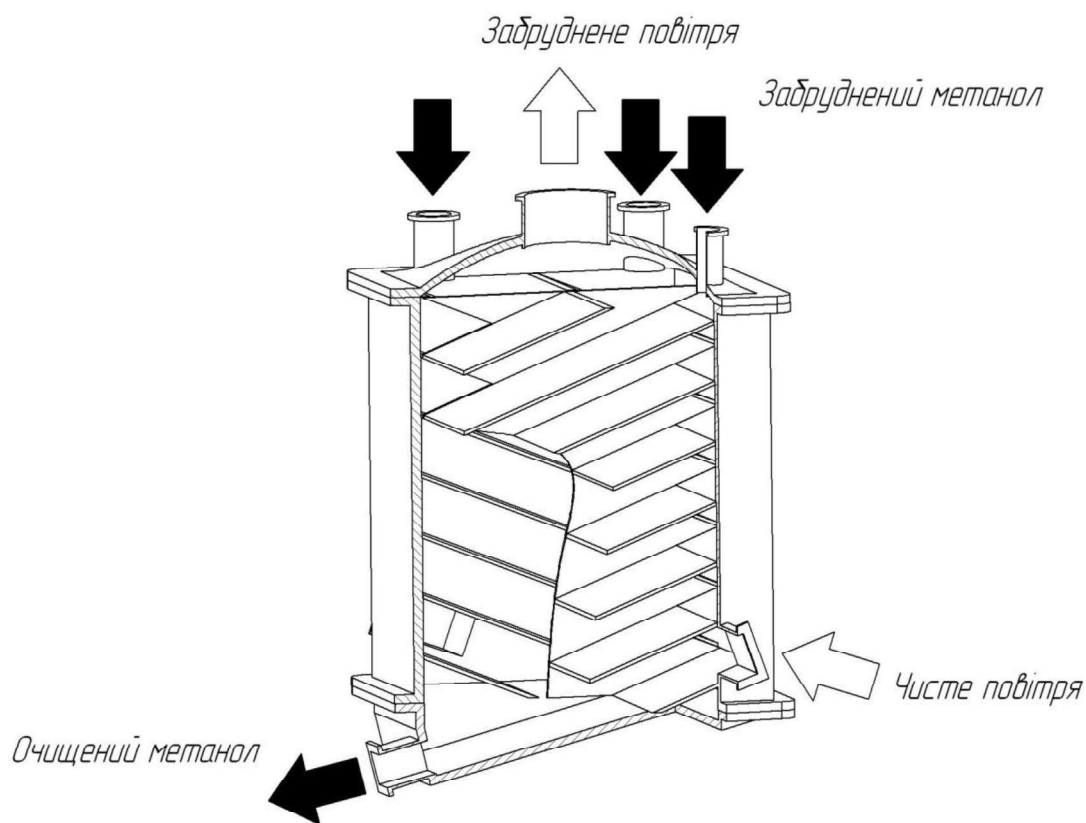


Рисунок 1. 2 – Десорбер сірководню

Приймаємо апарат даного типу, оскільки він має такі переваги:

- 1) велика площа контакту
- 2) можливість роботи при високих тисках;
- 3) малий гідравлічний опір;
- 4) менша металоємність;

					ЛН51.066233.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

2 Технічна характеристика десорбера

Робоча речовина:

речовина, що очищається метанол;

речовина забрудник H_2S ;

поверхня масообмінну, м^2 5715;

Тип насадки: Зульцер 25x25x25;

тиск в апараті, МПа: 0, 1;

температура в апараті, К: 268;

продуктивність по спирту, кг/с: 0, 875;

об'єм насадки, м^3 18;

габаритні розміри, мм 12750 x 1812 x 1812;

маса, кг 18000.

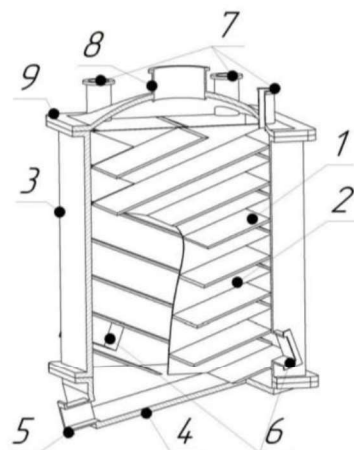
					ЛН51.066233.000 ПЗ	Арк.
						16
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3 Опис та обґрунтування вибраної конструкції апарата

3. 1 Опис конструкції, основних складальних одиниць та деталей апарата

У дипломному проекті розробляється конструкція десорбера, призначеного для очистки метанолу від сірководню.

Десорбер складається з листової насадки 1, перегородки 2, корпусу 3, нижньої та верхньої кришки 4 та 9 відповідно, штуцери вводу та виводу сорбента 7 та 5, штуцери вводу та виводу повітря 6 та 8. (Рисунок 3. 1) [2].



1 – насадка; 2 – перегородка; 3– корпус апарату; 4– нижня кришка;
5 – штуцер виводу сорбенту; 6 – ввід продув очного повітря; 7– штуцер подачі сорбенту; 8– штуцер виводу повітря, 9 – верхня кришка

Рисунок 3. 1 – Схема десорбера

В штуцер 7 подається забруднений сорбент після дроселя та стікає по нахиленій насадці. В штуцер 6, що знаходиться на кришці 9 протитечією до сорбенту подається продувочне повітря для підвищення ступені очистки метанолу. Після скидання тиску сірководень видалається з метанолу та виходить з продув очним повітрям. Метанол після очистки стікає до низу та виводиться з штуцера 5 на подальшу очистку.

Листова насадка виконується у вигляді пластин нахилених на 60° до

					ЛН51.066233.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

горизонту. Для збільшення часу перебування та поверхні контакту встановлюються дві секції насадки з нахилом на зустріч відносно один одного. Для перетоку газу та метанолу між секціями встановлюються перегородка 2 з отворами.

3. 2 Вибір матеріалів

Чистий метанол не корозійноактивний та не агресивний. Сірководень корозійноактивний та в контакті з рідкою фазою корозійна активність речовини зростає. В якості матеріалу корпусу обираємо Сталь 20Х13.

Болти виготовляються із вуглецевої сталі марки Ст5 (ГОСТ 380-94), які використовуються для деталей машин з підвищеними вимогами.

Шайби виготовляються із сталі Ст3 (ГОСТ 380-94); межа міцності такої сталі при розтягуванні не менше 380 МПа.

Прокладки виготовляються із пароніту ПОН-А. Прокладка такого типу використовується при температурі -200...400°C та умовному тиску, який не перевищує 2, 5 МПа.

3. 3 Порівняння основних показників розробленої конструкції з аналогами

Класифікація десорберів велика та залежить від принципу, який покладено в її основу.

В залежності від виду поверхні контакту фаз десорбери можна розділити на наступні групи [3, с. 542]:

- 1) поверхневі;
- 2) барботажні;
- 3) розпилюючі.

Принцип дії поверхневих десорберів полягає в контакті газової і рідкої фази по поверхні дзеркала рідини.

					ЛН51.066233.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

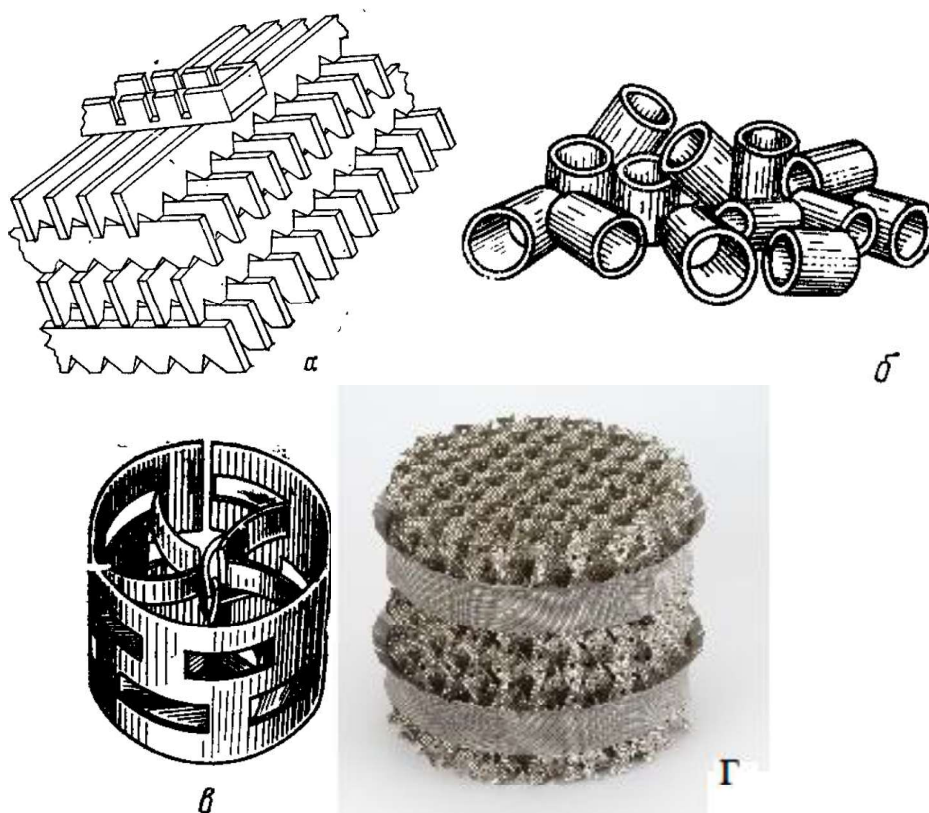
В барботажних десорберах контакт фаз відбувається в бульбашка газу, що барботується крізь рідину.

Розпилюючі десорбери працюють за рахунок диспергації рідини на дрібні краплини та продувки їх газовою фазою. В даному випадку контакт фаз відбувається на поверхні краплини.

Обрана модель – насадковий десорбер, що є випадком плівкового апарата. Насадка «Зульцер» поєднує в собі переваг таких як:

- 1) малий гідравлічний опір;
- 2) велика площа контакту фаз;
- 3) «перевертання» плівки під час переливу її з однієї секції насадки на іншу, що оновлює поверхню контакту сприяючи масообміну.

Порівняння проведемо з насадкою типу кільця а) Рашига 50х50х5, б) кільця Паля 25х25х3 та в) хордова насадка з кроком на просвіт 10мм, рисунок 3. 2.



а – хордова насадка; б – кільця Рашига; в – кільця Паля; г – Зульцер.

Рисунок 3. 2 – Типи насадок

Порівняльні дані наведені в таблиці 3. 1.

Таблиця 3. 1 – Порівняльні характеристики насадок

Основні технологічні показники	Хордова насадка	Кільця Рашига	Кільця Паля	Апарат, що проектується
Тиск, мПа	0, 1	0, 1	0, 1	0, 1
Висота апарата, м (бали)	18(1)	16(2)	14(3)	12, 75(5)
Продуктивність G (бали)	0, 2(1)	0, 4(2)	0, 5(3)	0, 875(4)
Робоча температура, К	268	268	268	268
Вартість виготовлення, тис. грн. .	103	98	79	68
Гідравлічний опір, Па	52000	48000	45000	34000
Сума балів	3	4	6	9

Висновок: обрано конструкцію десорбера з насадкою типу «Зульцер» , тому що він простий у виготовленні, монтажі та експлуатації, має менші габарити та велику площу контакту фаз.

3. 4 Патентне дослідження

Патентний пошук виконується для порівняння розробленого апарату з аналогами та перевірки патентної чистоти запропонованої конструкції. Результати пошуку наведені в Додатку Б.

Конструкцій десорберів наявна велика кількість, вибір десорбера виконують залежно від потреб процесу і речовин які приймають участь в реакції.

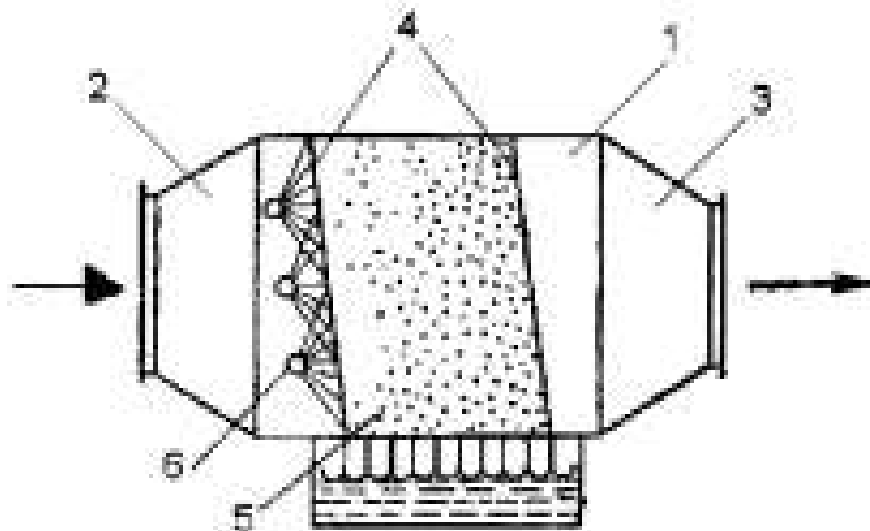
Основною задачею є вибір десорбера, в якому при мінімальних гідравлічних опорах та габаритах реалізовувалася найбільша площу контакту

					ЛН51.066233.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		20

та продуктивність. При цьому конструкція повинна бути патентно чиста, проста у виготовленні та експлуатації.

Десорбер очистки нафти від газів [4].

Схема даного апарата представлена на рисунку 3. 3. Абсорбер з насадкою.



Фиг. 1

1 – корпус; 2 – патрубок вводу газу; 3 – патрубок виводу газу; 4 – опорні решітки; 5 – насадка; 6 – зрошуючий пристрій

Рисунок 3. 3 – Десорбер очистки нафти від газів

В корпусі на опорних решітках 4 встановлена насадка 5, що зрошується пристроєм 6 газ поступає через патрубок 2 і виходить через патрубок 3. Також в корпусі встановлено кільце з отворами і нарізаною гвинтовою лінією 7.

Переваги апарата:

- 1) велика площа насадки;
- 2) велика продуктивність;
- 3) низька металоємність;
- 4) малий винос рідкої фази;

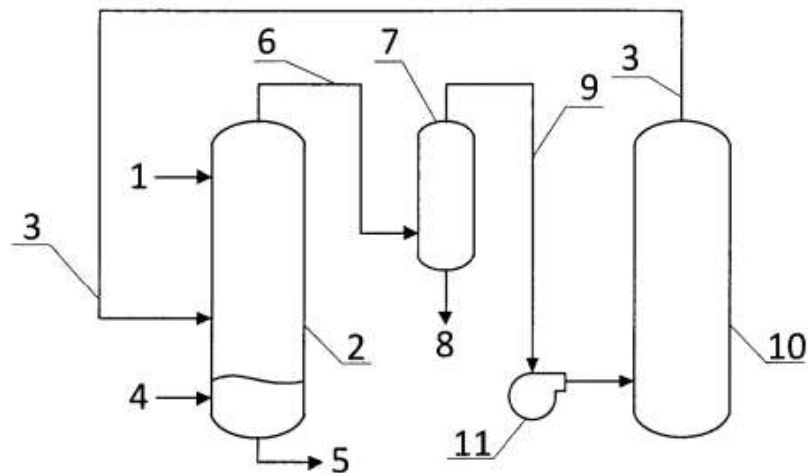
Недоліки апарата:

- 1) рух рідкої фази по гвинтовій лінії, що передбачає велику швидкість в осьовому напрямку та малу в поперечному. Не раціональне використання рідкої фази ;
- 2) складність керування;
- 3) можливе захлинання апарату.

Абсорбер сірководню [5].

Схема даного апарата представлена на рисунку 3. 4.

В абсорбційну установку подається мазут через ввід 1 та повітря через ввід 3, через лінію розділу фаз сірка дифундує в продувочне повітря та виноситься через вивід 6. В сепараторі 8 сірку відділяють та направляють повітря на рециркуляцію вентилятором 11 в змішувач 10. Процес проходить за низьких температур 300К.



1 – ввід мазуту; 2 – корпус абсорбера, 3 – ввід рециркуляційного повітря 4 – шар мазуту, 5 – вивід мазуту, 6 – вивід газу, 7 - сепаратор, 8 – вивід сірки 9 – вивід газу на рециркуляцію, 10 – змішувач продувочного повітря, 11- вентилятор.

Рисунок 3. 4 – Установка очистки мазуту від сірки

Переваги апарата:

- 1) простота конструкції ;
- 2) використання рециркуляції;
- 3) простота управління.

Недоліки апарата:

- 1) мала площа контакту;
- 2) можливість перенасичення продувочного повітря;
- 3) можливість займання мазуту;
- 4) велика металоємність;
- 5) утворення хвиль на поверхні мазуту;
- 6) великий гідравлічний опір.

Абсорбер для виробництва аміачної води [6].

Схема даної установки представлена на рисунку 3. 5. В абсорбер 1 подається через 9 аміакомісткий газ та контактує на насадках 2, 3 з водою та аміачною водою, що подаються через 10, 11 , 12. Аміачна вода виводиться через 13 на подальшу обробку.

Переваги апарата:

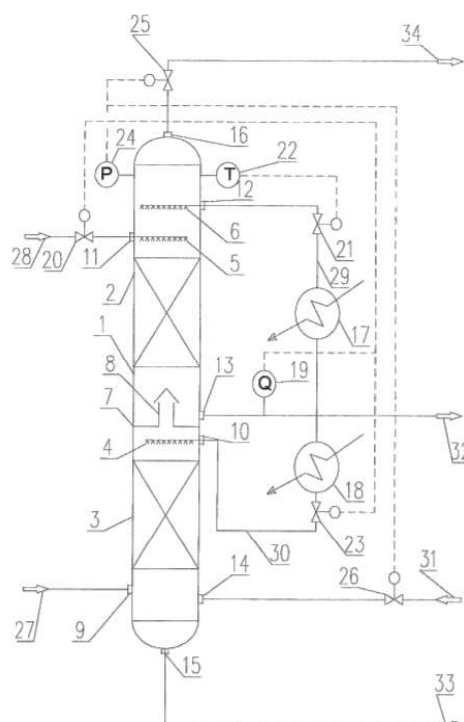
- 1) простота конструкції;
- 2) велика продуктивність;
- 3) простота регулювання;
- 4) можливість зміни насадки.

Недоліки апарата:

- 1) потреба в інертному газі;

					ЛН51.066233.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

- 2) вірогідність перетоку рідини та газу;
- 2) можливість захлинання колони та перенасичення продукту аміаком;



1 – абсорбер, 2 – верхня насадкова частина, 3 – нижня насадкова частина, 4 – зрошувач аміачної води для нижньої частини, 5 – розподільник води для верхньої частини, 6 – розподільник аміачної води для верхньої частини, 7 – глуха колекторна тарілка, 8 – газорозход, 9 – вхід газу; 10, 12 – вхід аміачної води, 11 – вхід води, 13 – вихід аміачної води.

Рисунок 3. 5 – Абсорбер для виробництва аміачної води

Абсорбер з суспензійним шаром [7].

Схема конструкції представлена на рисунку 3. 6 позиція 2.

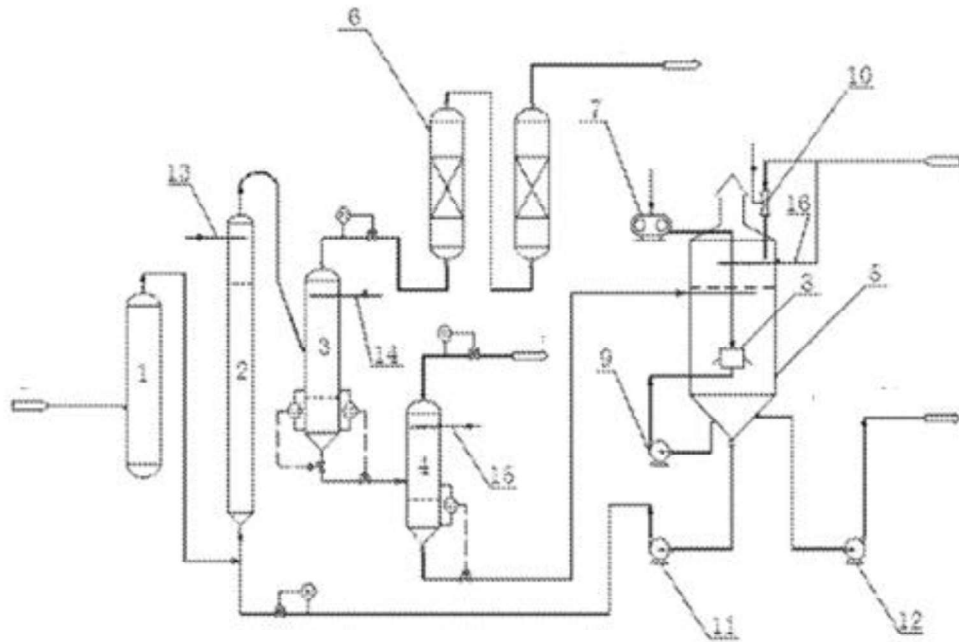
Технологічна схема подібна до запропонованої в патенті, що використовується в дипломній роботі. В абсорбері передбачено роботу з суспензійним шаром, аналогічно до барботажного скрубера. Газ спочатку барботує через шар суспензії, а потім очищується на насадці.

Переваги апарата:

- 1) висока степінь вловлювання(очистки);
- 2) поєднання та взаємозамінність процесів;
- 3) проста в регулюванні технологічна схема.

Недоліки апарата:

- 1) високий гідравлічний опір;
- 2) забруднення суспензії;
- 3) потреба у виготовленні суспензії та її регенерації.



1 – пиловловлювач, 2 – абсорбер з суспензійним шаром, 3 – холодильник, 4 – регенератор суспензії, 5 – змішувач суспензії.

Рисунок 3. 6 – Абсорбер з суспензійним шаром

Десульфатійна установка з використанням сорбційних агентів на основі кальцію [8].

Схема конструкції представлена на рисунку 3. 7.

					ЛН51.066233.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25

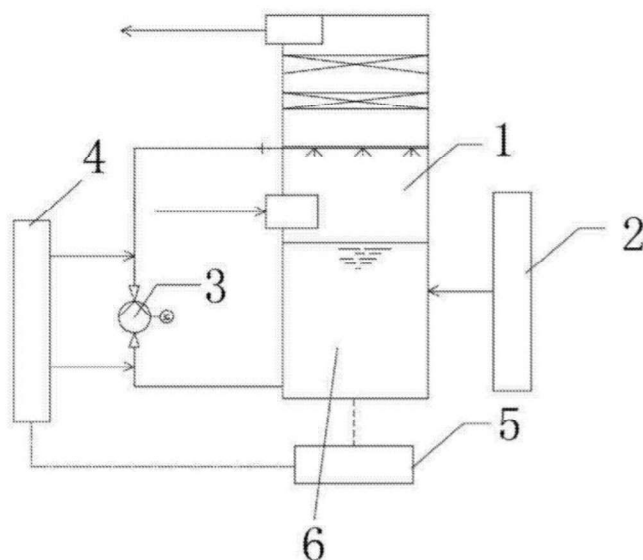
Газ подається в апарат, де контактує з сорбентом 6 через лінію розділу фаз та зрошується з резервуару 4. Далі проходить шар насадки де контактує з краплинками, що винесли з поверхні рідини потоком газу. Насадка також виконує роль бризговловлювача.

Переваги апарата:

- 1) простота апарату;
- 2) велика продуктивність по газу;
- 3) простота керування.

Недоліки апарата:

- 1) мала площа контакту;
- 2) необхідність в перемішуванні сорбенту 6;
- 3) забруднення трубопроводів солями кальцію.



1 – абсорбер; 2 – резервуар з абсорбентом, 3 –насос; 4– резервуар для зрошення, 5 – вивід сорбенту, 6 – сорбент.

Рисунок 3. 7 – Десульфацийна установка

Документація до патентного дослідження наведена у додатку А.

					ЛН51.066233.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

Висновок: вибрана конструкція десорбера, яку найбільш доцільно використовувати у схемі очистки синтез-газу. Дана конструкція забезпечить протікання процесу масообміну при мінімальних витратах на організацію роботи установки з можливістю роботи апарату на різних режимах роботи.

					ЛН51.066233.000 ПЗ	Арк.
						27
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4 Охорона праці

Охорона праці і оточуючого середовища включає в себе питання безпеки праці, усунення причин травматизму і попередження професійних захворювань, аварійних ситуацій на виробництві; питання правової охорони праці.

Тема дипломної роботи: Модернізація десорбера дільниці очистки синтез-газу. Комплексний.

Розрахунки та рекомендації вибрані з [9].

Десорбційна установка для очистки метанолу встановлена у цеху, обслуговується оператором, який знаходиться у кабіні оператора поблизу.
 $S=600 \text{ м}^2$; $V=3600 \text{ м}^3$.

Метанол вибухо- та пожежонебезпечна речовина. За нормами роботи з отруйними речовинами має бути встановлена витяжка та для вводу речовини повинна використовуватись метанольна установка.

Злив метанолу в ґрунт та стічні води заборонено. Мета дипломної роботи регенерація сорбенту(метанолу) та його повторне використання.

Необхідно розробити безпечні і нешкідливі умови для обслуговуючого персоналу. Виконання правил техніки безпеки є основною умовою зниження виробничого травматизму. Усі працівники повинні бути ознайомлені з правилами і інструкціями з техніки безпеки і виробничої санітарії. Інструкції з техніки безпеки повинні знаходитися на робочих місцях, плакати, що ілюструють методи безпечного виконання робіт вивішуються на видних місцях.

Шкідливими і небезпечними виробничими факторами є:

- параметри повітря робочої зони ;
 - шум від транспортерів і електродвигунів;

					ЛН51.066233.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		28

- вплив деталей машин, що обертаються та рухаються (конвеєрів, деталей електродвигунів);
- враження електричним струмом (електромережа живлення установки);
- промислове освітлення;

4. 1 Повітря робочої зони

Робота операторів на пересувній установці відноситься до важкої фізичної роботи через те, що установка розташована в умовах шуму, робота проводиться в 2 зміни. Енерговитрати за таких умов праці складають більш 293 Дж/с. У зв'язку з цим передбачено можливість відпочинку персоналу в закритому приміщенні.

Оптимальні і фактичні параметри температури, відносної вологості і швидкості руху повітря в робочій зоні. Класифікація важкості робіт наведена в таблиці 4. 1.

Таблиця 4. 1 - Класифікація важкості робіт

Сезон року	Категорія робіт – 1б		
	Температура, °С	Відносна вологість, %	Швидкість руху повітря, м/с
Холодний	19-20	40-65	0, 2
Теплий	20-25	40-70	0, 2

Параметри повітря робочої зони відповідають ДСН 3. 3. 6. 042-99. Забезпечення параметрів здійснюється в зимовий час за допомогою водяного

опалення з температурою теплоносія 70-90 ° С, а в теплий час року вентиляцією.

Виділення продуктів випару трансформаторної олії і пилу солей з установки неможливо через те, що пильник герметичний.

Індивідуальні засоби захисту використовуються: Распиратор Клен ГП КД.

4. 2 Електробезпека

Для живлення елементів установки використовується трифазна напруга 220/380 В з ізольованою нейтраллю частотою 50 Гц.

Причини враження обслуговуючого персоналу можуть бути такими:

- помилкове включення установки;
- пробій на корпус;
- випадки дотику людей до відкритих струмопровідних частин електроустаткування;
- старіння ізоляції і втрата нею ізоляційних властивостей;
- дотик до частин установки, що можуть опинитися під напругою у
- випадку короткого замикання.

З метою запобігання травм рекомендується прийняти такі міри безпеки:

- рубильники включення установки повинні знаходитися у спеціальній шафі;
- передбачити спеціальне захисне відключення електродвигунів у випадку враження людини струмом;
- проводку проводити в захисних металевих рукавах;

					ЛН51.066233.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		30

- на панель керування вивести сигнальні лампи індикації увімкнення електроустаткування;
- вузли установки, що можуть бути під напругою, повинні мати затискачі для підключення заземлення;

Заземлення установки виконати відповідно до ГОСТ 12. 1. 030-81.

Біля затискачів заземлення нанести незмивні червоні знаки "Земля" за ГОСТ 21. 1. 030-75.

Електрична міцність ізоляції перевіряється на випробувальну напругу 200 В частотою 50 Гц протягом 1 хвилини.

Опір ізоляції повинен бути не менше 0,5 МОм.

Електрична апаратура, яка встановлена всередині приміщень, повинна мати ступінь захисту IP-54 ГОСТ 14254-80.

Ізоляція провідників вимірюється мегаомметром 11044 ТУ 25-04-798-18.

Напруга вимірюється вольтметром 351512 ТУ 25-04-1970-80. Ступінь захисту електричної апаратури в середині приміщень контролюється за ГОСТ 14254-80.

При застосуванні ручного переносного електроустаткування застосовувати живлячу напругу 42 В від окремого трансформатора. Лінія живлення устаткування має захисні теплові вимикачі.

Інструмент має мати ізольовані ручки та корпус.

При роботі використовувати гумові рукавиці, боти, індикатори напруги, що розташовуються поблизу щита. Через те, що установка знаходиться в умовах, прирівняних до особливо небезпечних, її обов'язково потрібно заземлити.

Розрахункові геометричні розміри заземлення зі сталевих стрижнів приймаємо діаметром $d=0.014$ м, рисунок 4.1.

					ЛН51.066233.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		31

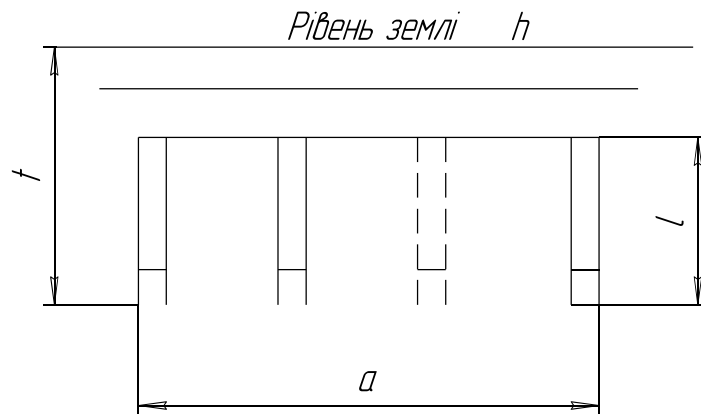


Рисунок 4. 1. Схема заземлення

Опір одного сталевого електрода більше допустимого, тому включаємо паралельно декілька вертикальних електродів. Їхня кількість визначається за формулою:

$$n_e = 4,4,$$

Приймаємо $n_e = 5$.

З'єднання вертикальних електродів будемо виконувати металевую половою перетином 4 x 40 мм.

Довжина полоси, м:

$$l_n = 6,$$

де $a = 1,5$ м - відстань між електродами (рисунок 4. 1).

Опір розтіканню струму сполучної полоси, Ом:

$$R_n = 1,65$$

Еквівалентний опір заземлення, Ом:

$$R = 1,05$$

Через те, що еквівалентний опір заземлення R менше допустимого значення 40м, умова виконується згідно з ГОСТ 12. 1. 030-81.

4. 3 Освітлення

Правильно спроектоване та виконане освітлення на підприємствах машинобудівної промисловості забезпечує можливість нормальної виробничої діяльності. Зберігання зору, стану нервової системи людини та безпека на виробництві у значній мірі залежить від умов освітлення.

Санітарні норми вимагають максимально можливого використання природнього освітлення приміщень, тому що останнє збільшує захисні функції організму, стимулює й нормалізує роботу різних його систем.

В денний час виробниче приміщення освітлюється природним світлом. Для цього вибирається бокове освітлення, через світлові пройоми в зовнішніх стінах.

Робота з обслуговування обладнання відноситься до загального спостереження за технологічним процесом. При цьому робоче місце оператора повинно мати освітленість робочої зони $E_{\text{нор}}=150$ лк.

Обладнання працює в 3 зміни, виробництво безперервне.

Розрахунок освітлення будемо виконувати для темного часу доби, застосовуючи тільки загальну освітленість люмінесцентними лампами ЛДЦ-40, потужністю 40 Вт, світловим потоком $F = 2100$ лм и освітленістю $E_{\phi} = 100$ лк.

Загальне рівномірне освітлення горизонтальної поверхні при світильниках любого типу буде розраховано за методом коефіцієнта використання світлового потоку.

Виконуємо проектний розрахунок освітлення.

					ЛН51.066233.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33

Світловий потік лампи розжарювання, лм:

$$F = 8232,9.$$

Визначивши світловий потік однієї лампи, вибираємо лампу ДРИ потужністю 125 Вт, світловим потоком $F=8300$ лм (з відхиленням від розрахункового світлового потоку на 8%, що допускається при напрузі 220 В).

Тоді фактична освітленість буде $E_f=200$ лк, що і відповідає ДБНВ 2. 5. 28-2006. Лампи накаливання вибираємо з тієї причини, що у виробництві є деталі обертання. Може спостерігатись стробоскопічний ефект при освітленні світильниками.

4. 4 Виробничий шум

Джерелами шуму на установці є:

- транспортери;
- електродвигуни;
- конвеєри подачі матеріалу;
- деталі електродвигунів;
- виробничий шум.

Рівень звукового тиску (дБ) в октавних смугах частот, рівні звуку і еквівалентні рівні звуку (дБА) для постійних робочих місць при працюючій установці не перевищують допустимих величин, установлених за ДСН 3. 3. 6. 037-99 (80 дБА) і дорівнюють 70 дБА.

Рівні звукового тиску знижуються за допомогою встановлених на установці захисних кожухів і екрану, що знижує звуковий тиск на персонал.

4. 5 Пожежна безпека

Стійкість будинку за СНІП 2. 01. 02-85 відповідає степені вогнестійкості ІІ. Згідно ПУЕ клас зони установки П2А.

Серед причин, що можуть викликати загорання, найбільше ймовірними є такі:

- несправність електроустаткування;
- струми короткого замикання і навантаження кабелів живлення;
- загорання ізоляції електропроводки;
- використання вогню в неналежному місці.

Запобігання загорання забезпечується такими мірами:

- дотримання технологічних норм і правил експлуатації;
- паління тільки у відведених для цього місцях;
- своєчасне проведення інструктажу з техніки безпеки серед обслуговуючого персоналу;
- організація агітації по протипожежній безпеці;
- наявність засобів сигналізації, зокрема, системи електричної пожежної сигналізації (ЕПС) і засобів зв'язку з пожежною частиною;
- наявність засобів пожежогасіння в безпосередній близькості від установки (вогнєгасники, пісок, ковдри).

Для гасіння невеликих ділянок загорання при відключеному електроустаткуванні застосовують вуглекисневі вогнєгасники ОУ-5 (3 шт.) згідно ГОСТ 8050-85. Для гасіння включених електромереж приймаємо порошкові вогнєгасники ОП-10 (3 шт.) згідно ГОСТ 30612-99.

У приміщенні, де розташовується установка, на відстані 30 метрів один від одного повинні бути встановлені пожежні гідранти з рукавами довжиною до 10 метрів. Відстань до пожежного виходу повинна бути не більше 40 метрів.

					ЛН51.066233.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		35

Кількість виходів - не менше двох. Ширина прорізу двері евакуиходу - 2 метри. Двері евакуиходу повинні відкриватись назовні.

Захист навколишнього середовища забезпечується наявністю витяжного устаткування. Продукти надходять на підприємство в герметичних контейнерах.

					ЛН51.066233.000 ПЗ	Арк.
						36
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5 Розрахунки, що підтверджують працездатність та надійність конструкції

5.1 Параметричний розрахунок

Метою розрахунку є визначення матеріального балансу десорбера. Розрахунок виконано за методикою [10, с. 42-67]. Схема абсорбера наведена на рисунку 5.1.

Вихідні дані:

температура в апараті, T , К	263,15;
масова витрата метанолу L , кг/год	3150;
початкова масова концентрація сірководню в газовій фазі, $Y_{\text{поч}}$, доля	0;
кінцева масова концентрація сірководню в газовій фазі, $Y_{\text{кінц}}$, доля	0,75;
початкова масова концентрація сірководню в метанолі, $X_{\text{поч}}$, доля	0,014;
кінцева масова концентрація сірководню в газовій фазі, $X_{\text{кінц}}$, доля	0,002;
робочий тиск P , Па	$0,1 \cdot 10^6$
універсальна газова стала, $\frac{D_{\text{ж}}}{\text{кг} \cdot \text{К}}$	8,31.

Метанол потрапляє в десорбер при температурі 268 К, де очищається продувочним повітрям, після чого повертається назад у цикл, забруднене повітря виходить через штуцер у верхній кришці.

Відповідно до завдання визначаємо початкові та кінцеві мольні концентрації H_2S в метанолі та продувочному повітрі.

З рівняння наведеному в [1, с. 292], г:

$$\lg S = \lg P + \frac{908}{T} - 6,865$$

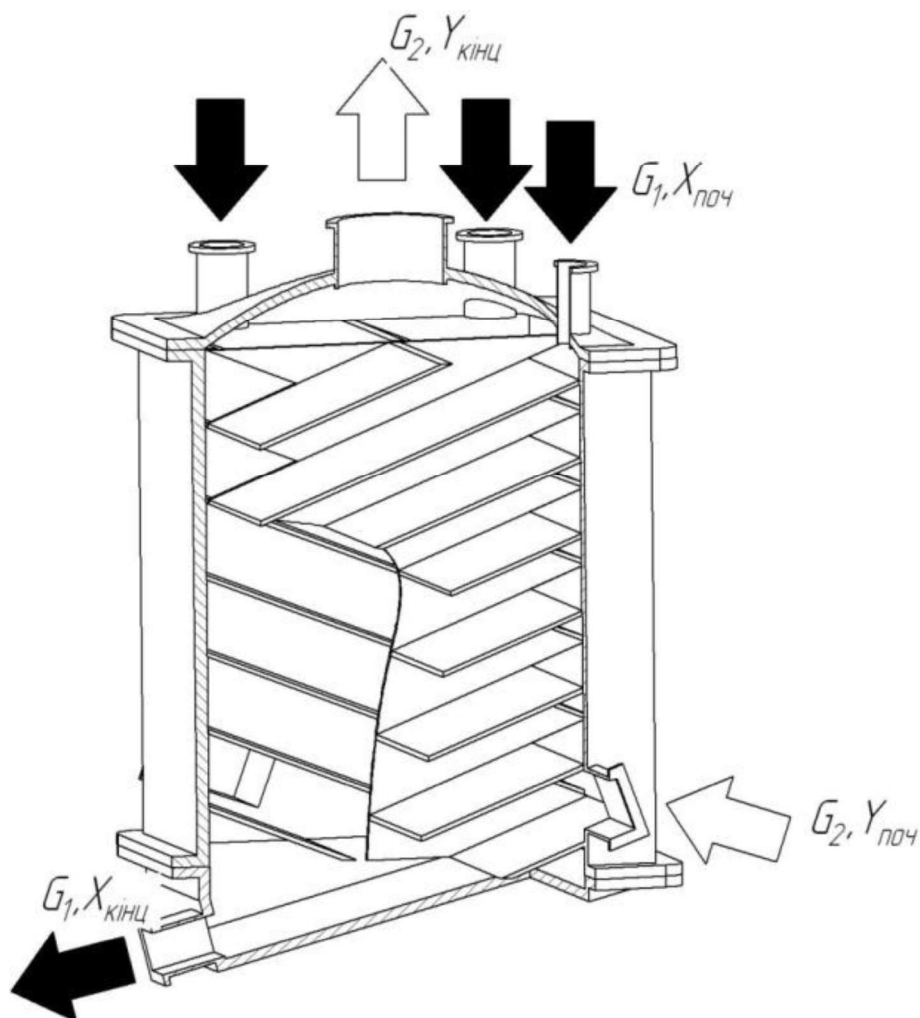


Рисунок 5. 1 – Схема десорберу

де S – розчинність сірководню в метанолі, $\text{см}^3/\text{г}$.

$$m_{H_2S} = S \cdot \rho_{H_2S} \cdot \frac{10^{-6}}{10^{-3}} = 33,789 \cdot 1,5392 \cdot \frac{10^{-6}}{10^{-3}} = 0,052$$

де: $P = 101325$ тиск, Па; $T = 268,15$ К - температура.

Кількість моль сірководню та метанолу, моль:

$$n_{H_2S} = \frac{m_{H_2S}}{M_{H_2S}} = \frac{0,052}{0,034} = 1,53$$

$$n_{CH_3OH} = \frac{m_{CH_3OH}}{M_{CH_3OH}} = \frac{1}{0,032} = 31,25$$

Коефіцієнт розділення:

$$m = \frac{n_{H_2S}}{n_{CH_3OH} + n_{H_2S}} = \frac{1,53}{31,25 + 1,53} = 21,429$$

Мольні концентрації сірководню в рідкій фазі, $\frac{\text{МОЛЬ}_{H_2S}}{\text{МОЛЬ}_{CH_3OH}}$:

$$x_p = X_p \cdot \frac{M_{CH_3OH}}{M_{H_2S}} = 0,014 \cdot \frac{0,032}{0,034} = 0,013$$

$$x_k = X_k \cdot \frac{M_{CH_3OH}}{M_{H_2S}} = 1 \cdot 10^{-6} \cdot \frac{0,032}{0,034} = 9,412 \cdot 10^{-7}$$

Мольні концентрації сірководню в газовій фазі, $\frac{\text{МОЛЬ}_{H_2S}}{\text{МОЛЬ}_{\text{ПОВ}}}$:

$$y_p = Y_p \cdot \frac{M_{CH_3OH}}{M_{H_2S}} = 0 \cdot \frac{0,032}{0,034} = 0$$

$$y_k = Y_k \cdot \frac{M_{CH_3OH}}{M_{H_2S}} = 2 \cdot 10^{-3} \cdot \frac{0,032}{0,034} = 1,706 \cdot 10^{-3}$$

Рушійні сили процесу десорбції в газовій фазі, $\frac{\text{КГ}_{H_2S}}{\text{КГ}_{\text{ПОВ}}}$:

$$\Delta y_{\bar{6}} = y^*(x_p) - y_k = m \cdot x_p - y_k = 21,429 \cdot 0,013 - 1,706 \cdot 10^{-3} = 0,281$$

$$\Delta y_m = y^*(x_k) - y_p = m \cdot x_k - y_p = 21,429 \cdot 9,412 \cdot 10^{-7} - 0 = 2,017 \cdot 10^{-5}$$

$$\Delta y_{\text{ср}} = \frac{\Delta y_{\bar{6}} - \Delta y_m}{\ln\left(\frac{\Delta y_{\bar{6}}}{\Delta y_m}\right)} = \frac{0,281 - 2,017 \cdot 10^{-5}}{\ln\left(\frac{0,281}{2,017 \cdot 10^{-5}}\right)} = 0,029$$

Рушійні сили процесу десорбції в рідкій фазі, $\frac{\text{КГ}_{H_2S}}{\text{КГ}_{CH_3OH}}$:

$$\Delta x_{\bar{6}} = x_p - x_k = 0,013 - 9,412 \cdot 10^{-7} = 0,013176$$

$$\Delta x_m = x_p - \frac{y_k}{m} = 0,013 - \frac{1,706 \cdot 10^{-3}}{21,429} = 0,013097$$

					ЛН51.066233.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		39

$$\Delta x_{\text{сер}} = \frac{\Delta x_{\text{г}} - \Delta x_{\text{м}}}{\ln\left(\frac{\Delta x_{\text{г}}}{\Delta x_{\text{м}}}\right)} = \frac{0,013176 - 0,13097}{\ln\left(\frac{0,013176}{0,13097}\right)} = 0,013$$

Число одиниць переносу в газовій та рідкій фазі:

$$m_x = \frac{x_p - x_k}{\Delta x_{\text{сер}}} = \frac{0,013 - 9,412 \cdot 10^{-7}}{0,013} = 1,003$$

$$m_y = \frac{y_k - y_p}{\Delta y_{\text{сер}}} = \frac{1,706 \cdot 10^{-3} - 0}{0,029} = 0,058$$

Об'ємна витрата газової фази, м³/с:

$$Q = \frac{G_2}{\rho_2} = \frac{6,758}{1,318} = 4,391.$$

Межею стійкої роботи насадкової колони є критичні швидкість газу, за якої починається захлинання, м/с:

$$\lg \left[\frac{W_3^2 a}{g S_{\text{св}}^3} \cdot \frac{\rho_{\text{г}}}{\rho_{\text{рід}}} \cdot \mu_{\text{рід}}^{0,16} \right] = A - 1,75 \cdot \left(\frac{L}{G} \right)^{0,25} \cdot \left(\frac{\rho_{\text{г}}}{\rho_{\text{рід}}} \right)^{1,8},$$

де $a=560$ – питома поверхня насадки, м²/м³; $S_{\text{св}}=0,940$ – вільний переріз насадки, м²/м²; $\rho_{\text{г}}=1,318$ – густина газу кг/м³; $\rho_{\text{рід}}=820$ – густина рідини, кг/м³; $A=0,079$ – коефіцієнт для системи рідина – газ; $\mu_{\text{рід}}=0,89 \cdot 10^{-3}$ – в'язкість рідини за температури 268К, Па·с.

$$\frac{W_3^2 560}{9,81 \cdot 0,94^3} \cdot \frac{1,318}{820} \cdot 0,89 \cdot 10^{-3}^{0,16} = 10^{\left(0,079 - 1,75 \cdot \left(\frac{0,583}{0,933} \right)^{0,25} \cdot \left(\frac{1,318}{820} \right)^{1,8} \right)},$$

$$W_3 = 3,082.$$

Робоча уявна швидкість газу у абсорбері, м/с:

$$W_0 = 0,4 \cdot W_3 = 0,4 \cdot 3,082 = 1,233.$$

					ЛН51.066233.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		40

Розрахунковий діаметр абсорбера, м:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot W_0}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 4,391}{3,14 \cdot 1,233}} = 1,394.$$

Приймаємо діаметр абсорбера, м:

$$D = 1400 \text{ мм.}$$

Щільність зрошення, $\text{м}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$:

$$U = \frac{L}{0,785 D^2 \cdot \rho_{\text{рід}}} = \frac{0,875}{0,785 \cdot 1,4^2 \cdot 820} = 6,935 \cdot 10^{-4}.$$

Коефіцієнт змащування:

$$\psi = 1 - A \exp(-m) = 1 - 1,02 \cdot \exp(-7,303 \cdot 10^{-3}) = 0,013,$$

$$\text{де коефіцієнт } m = C \left[\frac{4U \rho_{\text{рід}}}{a \mu_{\text{рід}}} \right] = 0,16 \cdot \left[\frac{4 \cdot 6,935 \cdot 10^{-4} \cdot 820}{560 \cdot 0,89 \cdot 10^{-3}} \right] = 7,303 \cdot 10^{-3} \quad \text{для}$$

кілець Рашига 25 мм.

Критерій Рейнольдса для рідини:

$$Re_x = \frac{4 \cdot U \cdot \rho_{\text{CH}_3\text{OH}}}{\mu_{\text{CH}_3\text{OH}} \cdot a} = \frac{4 \cdot 6,935 \cdot 10^{-4} \cdot 820}{0,89 \cdot 10^{-3} \cdot 560} = 4,564.$$

Критерій Рейнольдса для газу:

$$Re_y = \frac{W_0 d_e \rho_r}{\epsilon \mu_r} = \frac{1,233 \cdot 6,714 \cdot 10^{-4} \cdot 1,318}{0,94 \cdot 1483 \cdot 10^{-8}} = 867,216.$$

$$\text{де } d_e = \frac{4\epsilon}{a} = \frac{4 \cdot 0,94}{560} = 6,714 \cdot 10^{-4} - \text{еквівалентний діаметр, м.}$$

Висота одиниць переносу в газовій та рідкій фазі:

$$h_x = 119 \cdot \sqrt[3]{\frac{(\mu_{\text{CH}_3\text{OH}})^2}{g \cdot (\rho_{\text{CH}_3\text{OH}})^2}} \cdot Re_x^{0,25} \sqrt{\text{Pr}} = 119 \cdot \sqrt[3]{\frac{(0,89 \cdot 10^{-3})^2}{9,81 \cdot (820)^2}} \cdot 5,923^{0,25} \cdot \sqrt{10,522} = 0,03$$

					ЛН51.066233.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		41

$$h_y = \frac{a \cdot V_c}{\sigma \cdot \varphi} Re_y^{0,25} Pr_y^{\frac{2}{3}} = \frac{8,13 \cdot 0,94}{560 \cdot 0,6} 867,216_y^{0,25} 0,673_y^{\frac{2}{3}} = 0,098$$

Висота насадки(Перший метод), м:

$$H_1 = m_x \cdot h_x = 1,003 \cdot 0,03 = 0,03$$

$$H_2 = m_y \cdot h_y = 0,058 \cdot 0,098 = 0,03$$

Коефіцієнти дифузії сірководню в газовій фазі м²/с:

$$\begin{aligned} D_y &= \frac{4,3 \cdot 10^{-7} \cdot T^{\frac{2}{3}}}{p \cdot (v_{O_2}^{\frac{1}{3}} + v_{H_2S}^{\frac{1}{3}})^2} \cdot \sqrt{\frac{1}{M_{O_2}} + \frac{1}{M_{H_2S}}} = \\ &= \frac{4,3 \cdot 10^{-7} \cdot 268^{\frac{2}{3}}}{1,03 \cdot (25,6^{\frac{1}{3}} + 32,9^{\frac{1}{3}})^2} \cdot \sqrt{\frac{1}{29} + \frac{1}{34}} = \\ &= 1,22 \cdot 10^{-5} \end{aligned}$$

де $p=1,03$ - тиск, бар.

Коефіцієнти дифузії сірководню в рідкій фазі м²/с:

$$\begin{aligned} D_x^{H_2S} &= \frac{10^{-6}}{A \cdot B \cdot (v_{CH_3OH}^{\frac{1}{3}} + v_{H_2S}^{\frac{1}{3}})^2} \cdot \sqrt{\frac{1}{M_{CH_3OH}} + \frac{1}{M_{H_2S}}} = \\ &= \frac{10^{-6}}{1 \cdot 2 \cdot (44^{\frac{1}{3}} + 3,29^{\frac{1}{3}})^2} \cdot \sqrt{\frac{1}{32} + \frac{1}{34}} = \\ &= 2,878 \cdot 10^{-9} \end{aligned}$$

Коефіцієнт дифузії за робочих умов, м²/с:

$$D_x = D_x^{H_2S} (1 + b(T - 20 - 273)) = 1,428 \cdot 10^{-9}$$

де $p=1,03$ - тиск, бар.

					ЛН51.066233.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42

Критерії Нусельта для газу та рідини:

$$Nu_x = 0,407 Re_x^{0,655} (Pr_x)^{1/3} = 0,407 \cdot 4,564^{0,655} \cdot 10,522^{1/3} = 2,411$$

$$Nu_y = 0,407 Re_y^{0,655} (Pr_y)^{1/3} = 0,407 \cdot 867,261^{0,655} \cdot 0,673^{1/3} = 29,974$$

Коефіцієнти масовіддачі, м/с:

$$\beta_y = \frac{Nu_y D_y}{d_e} = \frac{29,974 \cdot 1,22 \cdot 10^{-5}}{6,714 \cdot 10^{-3}} = 7,309 \cdot 10^{-5}$$

$$\beta_x = \frac{Nu_x D_x}{\delta_{np}} = \frac{2,411 \cdot 1,423 \cdot 10^{-9}}{7,46 \cdot 10^{-4}} = 5,126 \cdot 10^{-7}$$

Товщина плівки рідини з [11, 252], м:

$$\delta_{np} = 0,90859 Re_{pд}^{1/3} = 0,9085 \cdot 2,261 \cdot 10^{-4} \cdot 4,564^{0,33} = 3,407 \cdot 10^{-4}$$

$$\text{де } g = \left(\frac{\mu_{pд}^2}{\rho_{pд}^2} g \right)^{1/3} = \left(\frac{0,89 \cdot 10^{-3}^2}{820^2} \cdot 9,81 \right)^{1/3} = 2,261 \cdot 10^{-4}$$

Коефіцієнт масовіддачі:

$$K_y = \frac{1}{\frac{1}{\beta_x} + \frac{m}{\beta_y}} = \frac{1}{\frac{1}{7,309 \cdot 10^{-5}} + \frac{1,003}{3,85 \cdot 10^{-6}}} = 7,2864 \cdot 10^{-5}$$

Маса цільового компоненту, кг:

$$M = L \cdot (X_p - X_k) = 0,875 \cdot (0,014 - 1 \cdot 10^{-6}) = 0,012$$

Площа масообміну, м²:

$$F = \frac{M}{K_y \Delta Y_{cp}} = \frac{0,012}{7,8264 \cdot 10^{-5} \cdot 0,029} = 5715$$

Об'єм насадки, м³:

$$V_{нас} = \frac{F}{a} = \frac{5715}{560} = 10,2$$

					ЛН51.066233.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		43

Висота насадки, м:

$$H_{\text{нас}} = \frac{V_{\text{нас}} \cdot 4}{\pi \cdot D^2} = \frac{10,2 \cdot 4}{3,14 \cdot 1,4^2} = 6,633$$

Висновок: у якості насадки обрано «Зульцер» 25 мм, питома поверхня насадки $a=560 \text{ м}^2/\text{м}^3$, необхідна площа контакту 5715 м^2 .

5. 2 Конструктивний розрахунок

Метою розрахунку є визначення оптимальних розмірів апарата та його компонентів.

Вихідні дані:

діаметр апарата, D , м 1, 4;
висота насадки, $H_{\text{нас}}$, м 6, 66.

Розрахунок ведемо відповідно до рекомендацій наведених в [10, с. 113]

Схему десорбера наведено на рисунку 5. 2.

Висота насадки, м:

$$H = 6,66 .$$

Висота насадки у секції, м

$$h_{\text{сек}} = \frac{H}{3} = \frac{6,66}{3} = 2,22 .$$

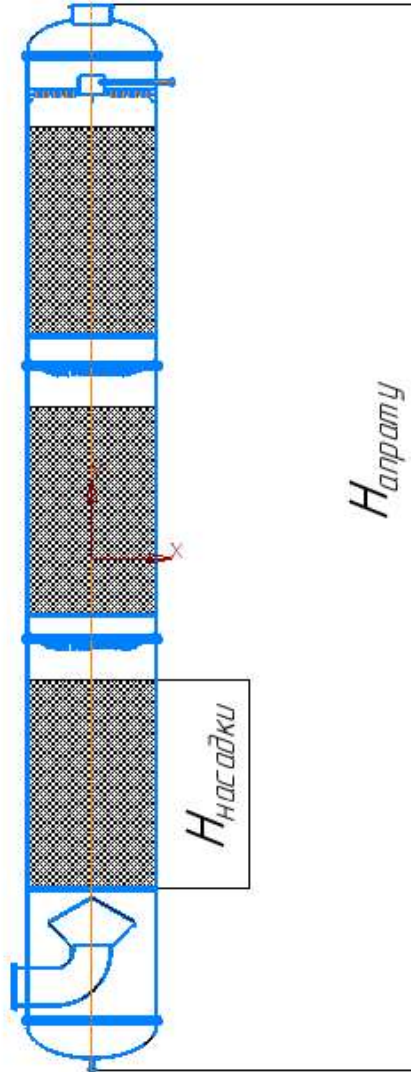


Рисунок 5. 2 – Схема конструктивних елементів десорбера

Проміжок між секціями, м:

$$h_{\text{проміжок}} = 0,4.$$

Відстань від секції до днища, м:

$$h_{\text{проміжок}} = 0,4.$$

Обравши іншу висоту секції відповідно до рекомендацій в [10, с. 113],

м:

$$h_{\text{сек}} = \frac{H}{1,5D} = \frac{6,66}{1,5 \cdot 1,4} = 3,17.$$

					ЛН51.066233.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		45

Третій варіант висоти секції, м:

$$h_{\text{сек}} = \frac{H}{1,6D} = \frac{6,66}{1,6 \cdot 1,4} = 3,0$$

Висновок: за результатами трьох розрахунків обрано таку схему десорбера: кількість секцій з насадкою – 3, висота насадки в секції – 2, 2 м, проміжок між секціями 0, 4 м, відстань між царгою та днищем – 1 м, внутрішній діаметр десорбера – 1400 мм. За таких параметрів найкраще виконується зрошення насадки та максимальна поверхня зрошеної насадки.

5. 3 Гідравлічний розрахунок насадки

Метою розрахунку є визначення гідравлічного опору насадки. Схема десорбера наведена на рисунку 5. 3.

Вхідні дані:

критерій Рейнольдса для газової фази, Re_y 867, 216;

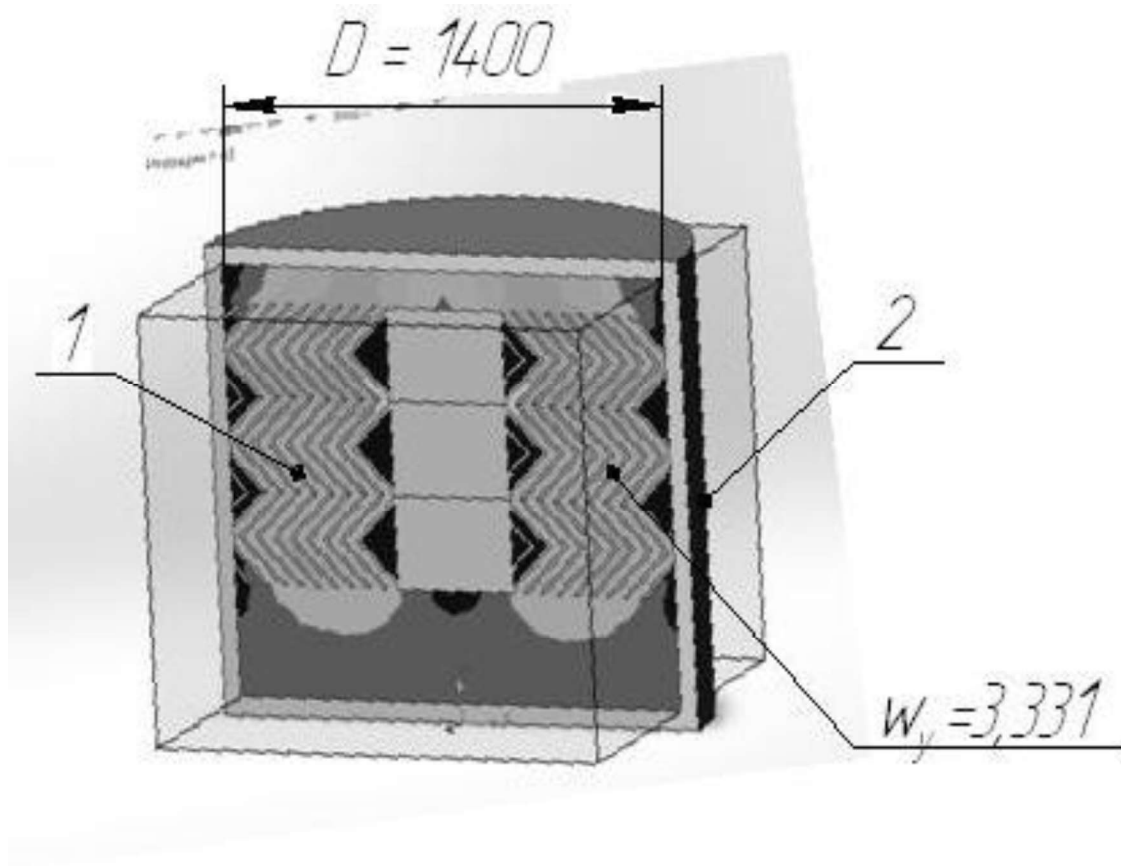
швидкість руху газового середовища, w_y , м/с 3, 331.

Розрахунок ведемо за методикою наведених в [12, с. 226].

Гідравлічний опір насадки, Па:

$$\Delta P_{\text{сук}} = \frac{\xi \cdot w^2 \cdot \rho_r \cdot a}{8 \cdot \epsilon} \cdot H = \frac{2,493 \cdot 3,331^2 \cdot 1,318 \cdot 560}{8 \cdot 0,8} \cdot 6,663 = 21160$$

де - ξ - коефіцієнт опору. $\xi = \frac{133}{Re_y} + 2,34 = 2,493$



1 - насадка, 2 – корпус.

Рисунок 5. 3 – Розрахункова схема гідравлічного опору насадки.

Комп'ютерне моделювання

Гідравлічний опір мокрої насадки, Па:

$$\Delta P_{\text{мокр}} = \Delta P_{\text{сух}} \cdot 1,2 = 21160 \cdot 1,2 = 25390$$

Гідравлічний опір розрахований за допомогою комп'ютерного моделювання та формули Дарсі, Па:

$$\Delta P_{\text{сух}} = 24160$$

$$\Delta P_{\text{мокр}} = 1,2 \cdot \Delta P_{\text{сух}} = 1,2 \cdot 24160 = 28992$$

Висновок: гідравлічний опір мокрої насадки складає 28992 Па. Для забезпечення умов роботи апарата треба встановити компресор потужністю 5,5 кВт.

5. 4 Розрахунок штуцерів

Вихідні дані:

об'ємна витрата газу, V_g , м³/с 5,168;

об'ємна витрата рідини, V_{pid} , м³/с $1,067 \cdot 10^{-3}$.

Метою розрахунку є визначення гідравлічного опору насадки та розрахунку швидкості руху в штуцерах та їх діаметри. Розрахункова схема наведена на рисунку 5. 4.

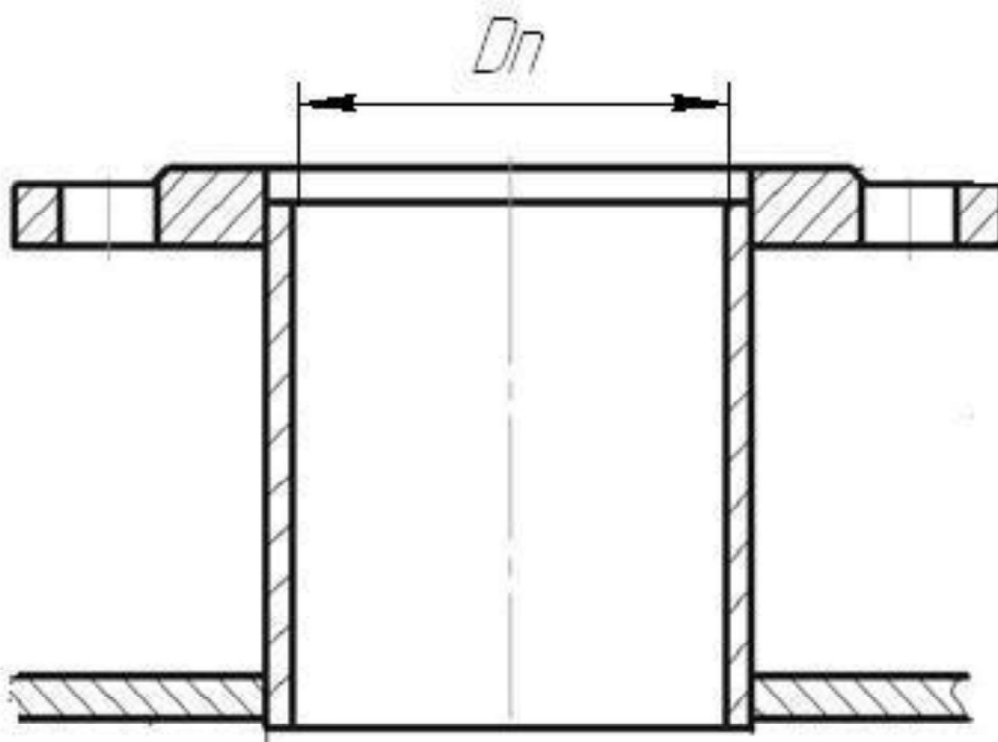


Рисунок 5. 4 – Схема розрахунку штуцера

Розрахунок діаметра штуцерів ведемо розрахунок за методикою наведених в [12, с. 25].

					ЛН51.066233.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		48

Діаметр штуцера, м:

$$d_{\Gamma} = \sqrt{\frac{4 \cdot V_{\Gamma}}{\pi \cdot w_{\Gamma}}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 5,128}{3,14 \cdot 30}} = 0,398$$

$$d_{\text{pid}} = \sqrt{\frac{4 \cdot V_{\text{pid}}}{\pi \cdot w_{\text{pid}}}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 1,067 \cdot 10^{-3}}{3,14 \cdot 2,5}} = 0,0311$$

де - $w_{\text{pid}} = 2,5$; $w_{\Gamma} = 30$ - рекомендовані швидкості в апараті, м/с.

Приймаємо $d_{\Gamma} = 400$ мм та $d_{\text{pid}} = 40$ мм.

Дійсні швидкості в штуцерах, м/с:

$$w_{\text{pid}} = \frac{4 \cdot V_{\text{pid}}}{\pi \cdot d_{\text{pid}}^2} = \frac{4 \cdot 0,895}{3,14 \cdot 0,040^2} = 2$$

$$w_{\Gamma} = \frac{4 \cdot V_{\Gamma}}{\pi \cdot d_{\Gamma}^2} = \frac{4 \cdot 5,128}{3,14 \cdot 0,4^2} = 28,5$$

Висновок: швидкості в апараті відповідають рекомендованим та приймаємо діаметри штуцерів $d_{\Gamma} = 400$ мм та $d_{\text{pid}} = 40$ мм.

5. 5 Розрахунок товщини теплової ізоляції

Мета розрахунку: забезпечення роботи і надійності апарату за рахунок підтримання температурного режиму. Розрахункова схема наведена на рисунку 5. 4.

Вихідні дані:

температура навколишнього середовища, t , ° С 20;

температура в середині апарата, t , ° С Мінус 5.

Розрахунок ведемо відповідно до методики наведених в [13].

					ЛН51.066233.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		49

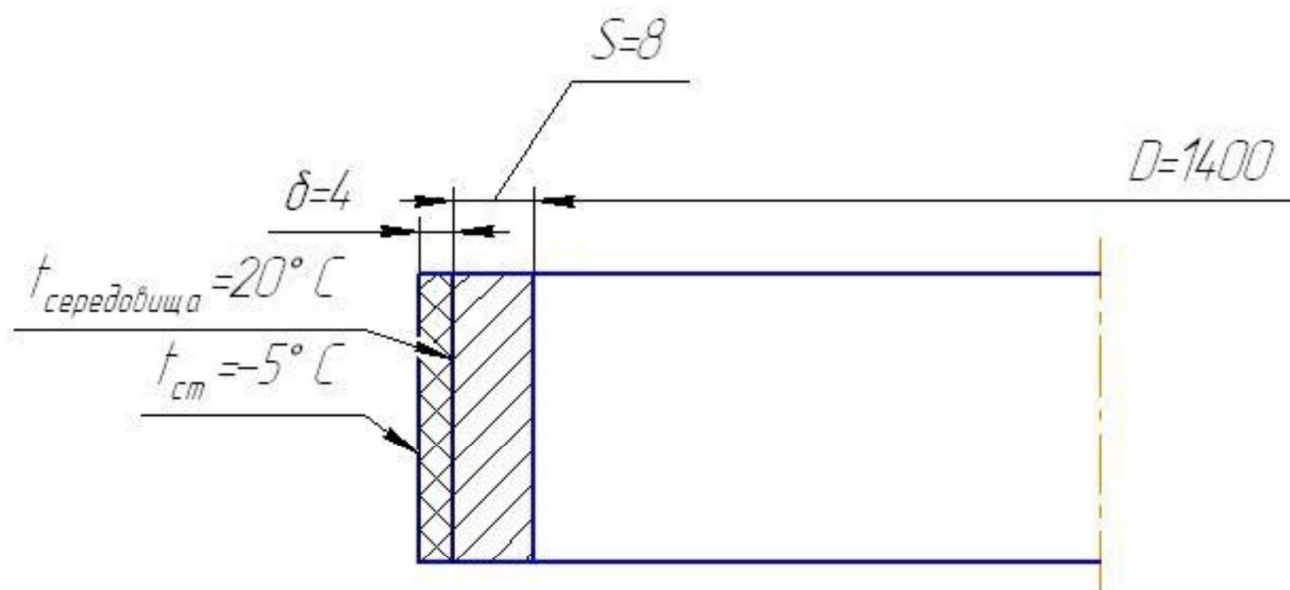


Рисунок 5. 4 – Схема розрахунку теплової ізоляції

Призначення теплової ізоляції – зменшення втрат тепла в навколишнє середовище з метою економії палива, забезпечення температурних умов технологічного процесу й підтримка необхідних санітарно-гігієнічних умов праці. За допомогою теплової ізоляції можна знизити втрати тепла в навколишнє середовище на 75-85% у порівнянні із втратами неізолірованої поверхні.

Як ізоляція можуть застосовуватися найрізноманітніші матеріали з коефіцієнтом теплопровідності $\lambda < 0,2 \text{ кДж/м}\cdot\text{К}$. Проте низька величина λ ще не визначає всіх властивостей ізоляції які повинні бути враховані при її виборі.

До ізоляції повинні бути висунуті наступні вимоги:

1) вона повинна мати малу об'ємну вагу, що характеризує таку позитивну якість, як пористість (у порах знаходиться повітря, що має $\lambda=0,02 \text{ кДж/м}\cdot\text{К}$;

2) ізоляція повинна відрізнятися малою гігроскопічністю, тому що при поглинанні вологи зростає λ ;

3) вона повинна зберігати свої якості при впливі різних температур, тобто володіти температуростійкістю;

4) повинна мати термостійкість, тобто витримувати температурні коливання без порушення структури;

5) повинна відрізнятися механічною міцністю (при натиску, струсі, ударі) і протидіяти хімічним впливам;

6) ізоляція повинна мати пластичність, не давати тріщин й усадки та випливати з розширенням апарата або трубопроводу;

7) нарешті, ізоляція повинна бути безпечною в пожежному відношенні, довговічна (не розпадатися, не гнити).

Вибираємо в якості матеріалу для теплової ізоляції совеліт (85% магнезії + 15 % азбесту), який має коефіцієнт теплопровідності, Вт/(м К):

$$\lambda = 0,051.$$

Температура точки роси, ° С:

$$t_p = \frac{b \cdot \left(\frac{a \cdot t}{b + t} + \ln RH \right)}{a - \left(\frac{a \cdot t}{b + t} + \ln RH \right)} = \frac{237,7 \cdot \left(\frac{17,27 \cdot 20}{237,7 + 20} + \ln 0,60 \right)}{17,27 - \left(\frac{17,27 \cdot 20}{237,7 + 20} + \ln 0,60 \right)} = 11,993.$$

$$t_{iz} = t_p.$$

Температура стінки апарата, ° С:

$$t_{ct} = t_a = -5.$$

Коефіцієнт тепловіддачі, Вт/(м² · К):

$$\alpha = 9,3 + 0,058 \cdot t_{iz} = 9,3 + 0,058 \cdot 11,993 = 9,996.$$

Теплові втрати, Вт:

$$\Theta_{втр} = \frac{\lambda_{iz}}{\delta_{iz}} \cdot t_{ct} - t_{iz} = \frac{0,051}{0,05} \cdot (-5) - 11,993 = -17,333;$$

$$\Theta_{втр} = \alpha \cdot t_{ct} - t = 9,996 \cdot -5 - 20 = -249,89,$$

					ЛН51.066233.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		51

де $\Theta_{\text{втр}}$ – втрати теплоти ізольованим апаратом;

$\lambda_{\text{із}}$ – теплопровідність ізоляції;

$t_{\text{із}}$ і $t_{\text{вн}}$ – температура зовнішньої поверхні ізоляції та повітря в приміщенні.

Товщина теплової ізоляції, м:

$$\delta_{\text{із}} = \frac{\lambda_{\text{із}}(t_{\text{ст}} - t_{\text{із}})}{\alpha(t_{\text{ст}} - t_{\text{вн}})} = \frac{0,051(-5 - 11,993)}{9,996(-5 - 20)} = 0,00347 .$$

Приймаємо товщину теплової ізоляції, м:

$$\delta_{\text{із}} = 0,004 .$$

Висновок: приймаємо товщину теплової ізоляції 4мм.

5. 6 Розрахунок товщини стінки циліндричної обичайки

Метою розрахунку є визначення товщини стінки циліндричної обичайки корпусу апарата, яка задовольняє умовам міцності апарата, а також вибір стандартного листа для виготовлення обичайки.

Розрахунок ведемо за методикою наведених в [14].

Вихідні дані:

діаметр апарата, D , м	1, 4;
розрахунковий тиск в середині апарата, МПа, P	6, 66;
матеріал	12Х13;
допустиме напруження матеріалу, МПа, $[\sigma]$	160.

Розрахункова схема циліндричної обичайки наведена на рисунку 5. 5.

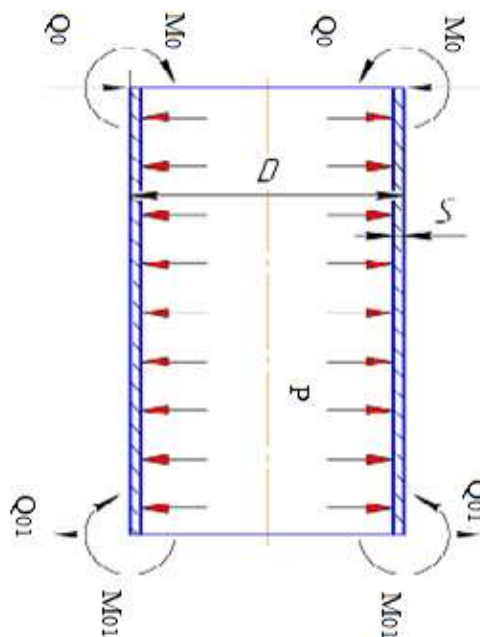


Рисунок 5. 5 – Розрахункова схема циліндричної обичайки

Необхідно обчислити розрахунковий тиск. Для цього перевіряється виконання умови:

$$\frac{\rho \cdot g \cdot D}{P} = \frac{1,53 \cdot 9,8 \cdot 1,4}{1 \cdot 10^5} = 0,00021 \leq 0,05.$$

Розрахунковий тиск у цьому випадку дорівнює:

$$P_R = P = 0,1 \text{ МПа.}$$

Розрахункову товщину стінки обичайки визначаємо за стандартною формулою (за ГОСТ 14249-89), м:

$$S_R = \frac{p \cdot D}{2 \sigma \cdot \varphi - p} = \frac{0,1 \cdot 1,4}{2 \cdot 160 \cdot 1 - 0,1} = 0,002438,$$

де φ - коефіцієнт міцності зварного шва, $\varphi = 1, 0$.

Виконавча товщина стінки обичайки, мм:

$$S = S_R + C_1 + C_2 + C_3 = 2,438 + 2 + 0,8 + 0 = 5,238,$$

де C_1 – додаток на компенсацію корозії;

					ЛН51.066233.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		53

C_2 – додаток на компенсацію мінусового допуску до товщини листа;

C_3 – технологічний додаток, який визначається заводом і пов'язана зі зміною листа при формуванні деталі, мм.

$$C_1 = 2;$$

$$C_2 = 0,8.$$

Додаток C_3 не враховуємо, бо їх сумарна величина не перевищує 10% від номінальної товщини листа.

Приймаємо стандартний лист товщиною 8 мм [14].

Допустимий тиск (за ГОСТ 14249-89), МПа:

$$P = \frac{2 \cdot \sigma \cdot \phi \cdot S - C}{D + S - C} = \frac{2 \cdot 160 \cdot 1 \cdot 6 - 2,8}{1400 + 6 - 2,8} = 0,274.$$

Перевіряємо умову міцності, МПа:

$$P = 0,1 \leq P = 0,274.$$

Висновок: значення робочого тиску $P=0,1$ МПа не перевищує значення допустимого тиску $P=0,274$ МПа. Отже умова міцності виконується, визначена товщина стінки обичайки $s=0,008$ м забезпечує міцність апарата в умовах робочих навантажень.

5. 7 Розрахунок еліптичного днища апарату

Метою розрахунку є визначення товщини стінки еліптичного днища і кришки апарата, яка задовольняє умовам міцності апарата, а також підбір товщини стандартного листа для її виготовлення.

					ЛН51.066233.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		54

Вихідні дані:

діаметр апарата, D , м	1, 4;
розрахунковий тиск в середині апарата, МПа, P	6, 66;
Матеріал	12X13;
допустиме напруження матеріалу, МПа, $[\sigma]$	160.

Розрахункова схема днища наведена на рисунку 5. 6.

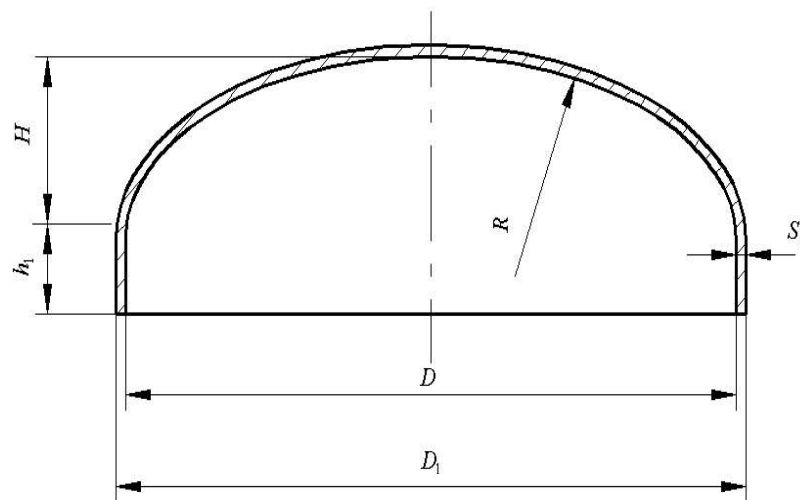


Рисунок 5. 6– Розрахункова схема еліптичного днища

Розрахунок здійснюємо за методикою, викладеною в [14].

В даному розрахунку необхідно визначити товщину днища та перевірити, чи виконується умова міцності.

Розрахункову товщину стінки визначаємо за стандартною формулою (за ГОСТ 14249-89):

Розрахунок на допустимий внутрішній надлишковий тиск, м:

$$S_R = \frac{P_R \cdot R}{2 \cdot \sigma \cdot \phi - 0,5 P_R} \quad ,, \quad (5. 1)$$

де ϕ – коефіцієнт міцності зварного шва, $\phi=1$, $P_R=0$, $1 \cdot 10^6$, $[\sigma]=160 \cdot 10^6$, $R = 1, 4$.

Із врахуванням поправок маємо, мм:

					ЛН51.066233.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		55

$$S = S_R + C_1 + C_2 + C_3 = 2,438 + 2 + 0,8 + 0 = 5,23 , \quad (5.2)$$

Товщину днища необхідно приймати не менше товщини корпусу і згідно рекомендаціям стандартів не менше 0,008 м. Приймаємо $S=0,008$ м.

В зв'язку з тим, що ми обрали еліптичне днище, його обов'язково необхідно виконувати з відборткою. Усі параметри днища вибираються згідно стандартів.

Виконуємо перевірку на допустимий тиск:

$$P = \frac{2 \cdot S - C \cdot \sigma \cdot \varphi}{R + 0,5 \cdot S - C}, \quad (5.3)$$

де $S=0,008$; $C=0,001$; $R=1,4$; $[\sigma]=160 \cdot 10^6$; $\varphi=1$.

Результат: $S=0,008$ $P_{dop}=0,266$

Розрахунок виконано в середовищі програмування Basic. Програма розрахунку, блок схема та результати наведені в додатку В.

Висновок: Значення робочого тиску $P=0,1$ МПа не перевищує значення допустимого тиску $P=0,226$ МПа. Умова міцності виконується, отже розрахована виконавча товщина стінки еліптичного днища $S=0,008$ м.

5.8 Перевірочний розрахунок опори за несучою спроможністю.

Метою розрахунку є визначення маси апарату та вибір опори.

Вихідні дані:

маса царги, m_1 , кг	2000;
маса насадки, m_2 , кг	5000;
маса кришки, m_3 , кг	150;
маса нижньої обичайки, m_4 , кг	2200.

Розрахунок ведемо відповідно до [10, с. 79]

					ЛН51.066233.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		56

Розрахункова схема навантаження наведена на рисунку 5. 7.

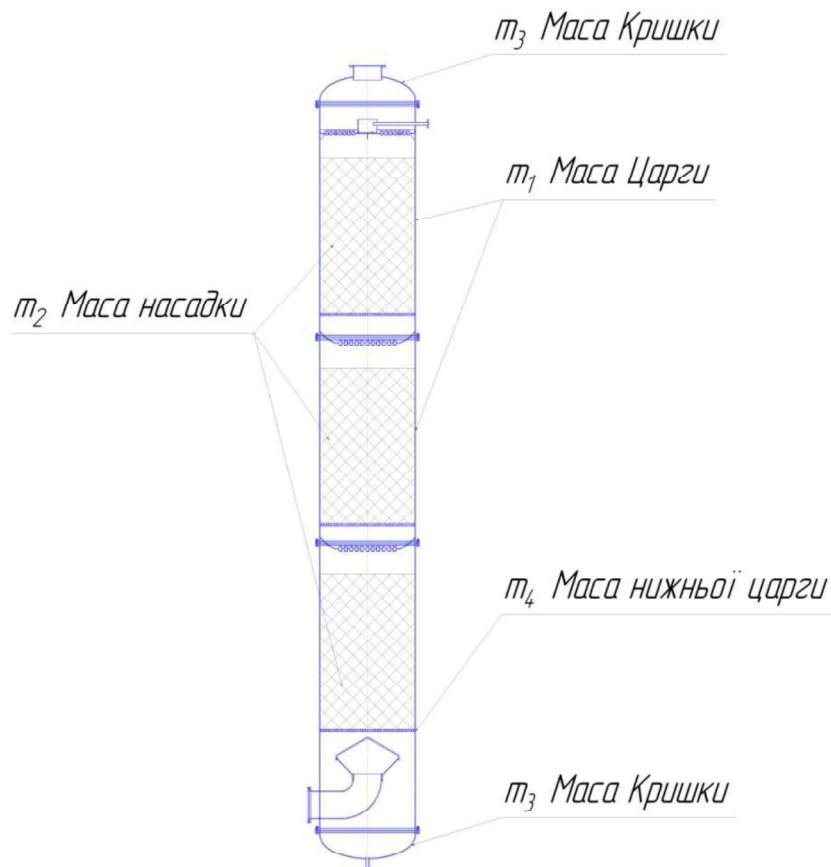


Рисунок 5. 7 – Розрахункова схема розподілення ваги апарату

Загальна маса апарату, кг:

$$m = 2m_1 + m_2 + m_3 + m_4 = 2 \cdot 2000 + 5000 + 2 \cdot 150 + 2200 = 11500$$

Загальна вага апарату, Н:

$$Q = m \cdot g = 11500 \cdot 9,81 = 112815$$

Максимальне навантаження на опору, Н:

$$Q_{\max} = \frac{4 \cdot M_1}{D} + F_1 = \frac{4 \cdot 248193}{1,4} + 112815 = 821938$$

де M_1 та F_1 обрано з [14]

Висновок: обрано опору за [15] Тип 3.

5. 9 Розрахунок укріплення отворів

					ЛН51.066233.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		57

Метою розрахунку є перевірка міцності обичайки, ослабленої отвором, та застосування, в разі необхідності укріплення отворів.

Розрахункова схема наведена рисунку 5. 8.

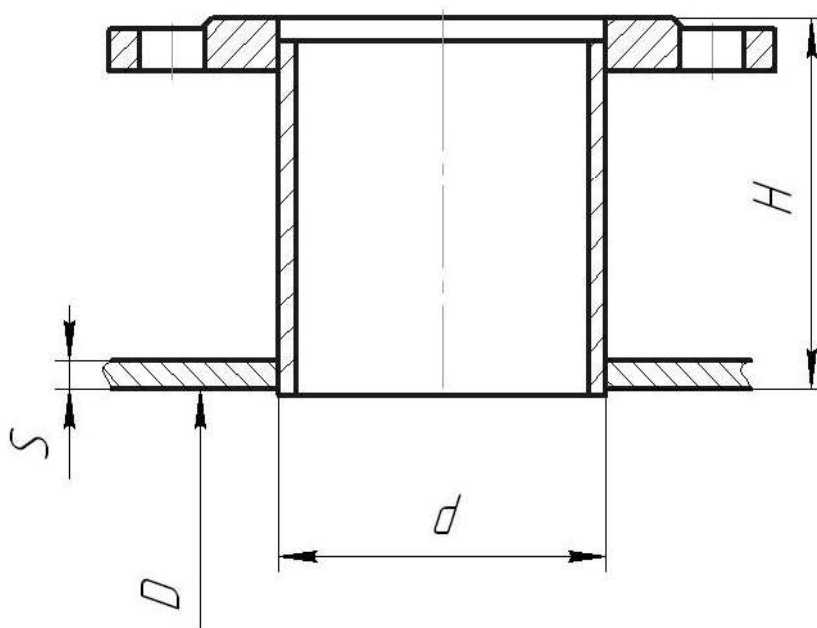


Рисунок 5. 8 – Розрахункова схема укріплення отворів

Вихідні дані:

діаметр апарату, м, D 1, 4;

товщина стінки апарату, м, S 0, 008;

розрахункова товщина апарату, м, S_R 0, 0025;

додаток до товщини, м, c 0, 001;

параметри штуцера для підводу метанолу:

діаметр штуцера, м, d 0, 04;

товщина стінки штуцера, м, $S_{ш}$ 0, 004;

тиск, МПа, p 0, 1;

параметри штуцера для подачі повітря:

діаметр штуцера, м, d 0, 4;

товщина стінки штуцера, м, $S_{ш}$ 0, 013;

					ЛН51.066233.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		58

тиск, МПа, p 0, 1;

додаток до товщини стінки штуцера, м, c 0, 001.

Розрахунок проводимо згідно [16] за геометричним методом.

Укріплення штуцера для підводу метанолу:

Максимальний діаметр поодинокого отвору, що не потребує укріплення, м:

$$d_o = 2 \cdot \left(\frac{S - c}{S_R} - 0,8 \right) \cdot \sqrt{D_R \cdot S - c} =$$
$$= 2 \cdot \left(\frac{0,008 - 0,001}{0,0025} - 0,8 \right) \cdot \sqrt{1,4 \cdot 0,008 - 0,001} = 0,421$$

Оскільки діаметр штуцера менший за максимальний діаметр поодинокого отвору, що не потребує укріплення, то отвір не потребує укріплення.

Ширина зони укріплення, яка прилягає до штуцера при відсутності накладного кільця, м:

$$B_0 = \sqrt{D_R \cdot S - c} = \sqrt{1,4 \cdot 0,008 - 0,001} = 0,0877.$$

Відстань від осі штуцера до краю циліндричної обичайки, м:

$$x_0 \geq \frac{B_0 + d}{2} = \frac{0,0877 + 0,04}{2} = 0,064$$

Приймаємо відстань від осі штуцера до краю циліндричної обичайки
 $x_0 = 0,08$ м

Укріплення штуцера для підводу повітря:

Максимальний діаметр поодинокого отвору, що не потребує укріплення:

$$d_o = 2 \cdot \left(\frac{S - c}{S_R} - 0,8 \right) \cdot \sqrt{D_R \cdot S - c} =$$
$$= 2 \cdot \left(\frac{0,008 - 0,001}{0,0025} - 0,8 \right) \cdot \sqrt{1,4 \cdot 0,008 - 0,001} = 0,421$$

Оскільки діаметр штуцера значно менший за максимальний діаметр поодинокого отвору, що не потребує укріплення, то отвір не потребує укріплення.

Ширина зони укріплення, яка прилягає до штуцера при відсутності накладного кільця, м:

$$B_0 = \sqrt{D_R \cdot S - c} = \sqrt{1,4 \cdot 0,008 - 0,001} = 0,0877.$$

Відстань від осі штуцера до краю циліндричної обичайки, м:

$$x_0 \geq \frac{B_0 + d}{2} = \frac{0,0877 + 0,4}{2} = 0,242.$$

Приймаємо відстань від осі штуцера до краю циліндричної обичайки

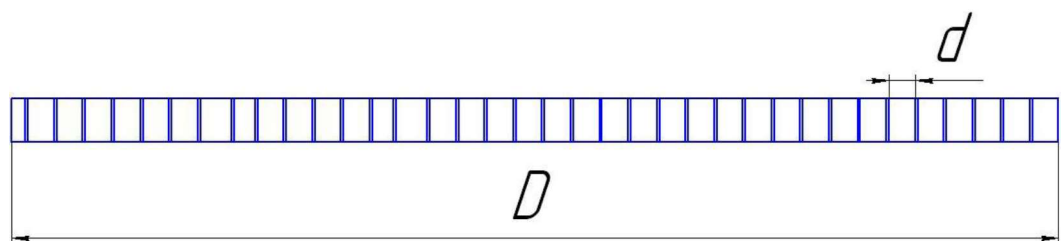
$$x_0 = 0,3 \text{ м.}$$

Висновок: обичайка, ослаблена отворами не потребує укріплення, оскільки діаметр штуцерів значно менший за максимальний діаметр поодинокого отвору, що не потребує укріплення, відстань від осі штуцера до краю циліндричної обичайки $x_0 = 0,3 \text{ м.}$

5. 10 Розрахунок газорозподільної решітки на міцність

Метою розрахунку є визначення товщини трубної решітки, яка забезпечить роботу теплообмінника при навантаженні внутрішнім тиском.

Схема газорозподільної решітки наведена на рисунку 5. 9.



					ЛН51.066233.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		60

Рисунок 5. 9 – Газорозподільна решітка

Вхідні дані:

коефіцієнт K_1	0, 28;
діаметрапарату D , м	1, 4;
допустиме напруження матеріалу решітки $[\sigma]$, МПа	160;
тиск в апараті p , МПа	0, 1;
коефіцієнт K_2	0, 47;
зовнішній діаметр отвору $d_{\text{зовн}}$, м	0, 04;
кількість отворів на діаметрі b , шт	50.

Розрахунок проводимо за методикою наведеною в [10 с. 80].

Номінальна розрахункова висота решітки зовні, м:

$$h_1 = K_1 \cdot D \cdot \sqrt{\frac{P}{[\sigma]}} = 0,28 \cdot 1,4 \cdot \sqrt{\frac{0,1}{160}} = 0,0098.$$

Номінальна розрахункова висота решітки посередині, м:

$$h_2 = K_2 \cdot D \cdot \sqrt{\frac{P}{[\sigma] \cdot \varphi_0}} = 0,47 \cdot 1,4 \cdot \sqrt{\frac{0,1}{160 \cdot 0,107}} = 0,05 \text{ ,}$$

де φ_0 – коефіцієнт послаблення решітки отворами:

$$\varphi_0 = \frac{D - b \cdot d_{\text{зовн}}}{D} = \frac{1,4 - 50 \cdot 0,04}{1,4} = 0,107.$$

Висновки: Враховуючи поправки на корозію приймаємо товщину трубної решітки $h=h_2=50\text{мм}$.

					ЛН51.066233.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		61

6 Рекомендації з виготовлення та експлуатації десорбера

Монтажні роботи полягають в установці апарату на фундаменті, і приєднанні допоміжного устаткування: трубопроводів, деталей вузлів вводу і виводу рідкої та газоподібної фази, приладів теплового контролю й автоматичного регулювання. Під час монтажу виявляються й усуваються дефекти конструкції і виготовлення апаратури та здійснюється наладка обладнання для експлуатації. Вказівки щодо виготовлення та експлуатації виконуємо згідно [16].

Загальні вказівки до монтажу:

1. а) способи транспортування розвантаження і зберігання десорбера на монтажній площадці у замовника повинні забезпечувати захист від механічних пошкоджень частин апарату та збереження його від атмосферної корозії у відповідності з;

б) строкування апаратів повинне виконуватись відповідно до схеми підприємства-виробника, зазначеній в паспорті апарата. Забороняється строкувати апарат за штуцери та інші, не призначені для цього, виступаючі частини виробу;

в) забороняється скидати з платформ ящики з комплектуючими деталями;

г) забороняється транспортування волочити або скатувати деталі та вузли апарату.

Перед монтажом необхідно:

- розпакувати всі транспортні укладки;
- перевірити комплектність апарата відносно комплектуючих відомостей;
- розпакувати та перевірити всі складальні одиниці та деталі на предмет механічних ушкоджень; перевірити відповідність прокладок умовам експлуатації.

					ЛН51.066233.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		62

Заходи безпеки:

а) монтаж, пуск та експлуатація теплообмінного апарата повинні здійснюватись з дотриманням всіх правил безпеки, встановлених для окремих видів робіт; загальних правил безпеки і протипожежних вимог, діючих на даному підприємстві; вимог інструкції, а також додаткових вимог встановлених технічною документацією;

б) встановлення апарата повинне унеможливлювати небезпеку їх перекидання;

в) ремонт десорбера та його елементів під час роботи не допускається;

г) необхідно зупинити роботи десорбере у випадках:

- підвищення тиску або температури вище дозволених технічною характеристикою;

- виявлення в основних елементах апарата тріщин; протікання у фланцевих з'єднаннях, розриву прокладок;

- при несправності контрольно-вимірювальних приладів та запобіжних елементів;

- при виникненні пожежі, що безпосередньо загрожує теплообмінному апарату;

- при несправності або неповній кількості кріпильних деталей фланцевих з'єднань;

Експлуатація апарата при тиску і температурі, що виходить за межі, вказані в паспорті:

д) не допускається охолодження рідини, що знаходиться в апараті, до точки її замерзання;

е) апарати не повинні бути джерелом шуму та вібрації в зоні їх обслуговування вище встановлених норм;

ж) попереджуючі знаки та маркуючі щитки повинні виконуватися на місці монтажу у відповідності з [17].

з) на основі вимог діючих загальних та галузевих нормативних

					ЛН51.066233.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		63

документів, інструкції і технологічного регламенту установки на підприємстві, що експлуатує апарат, повинні бути розроблені і затверджені у встановленому порядку конкретні правила техніки безпеки при проведенні його монтажу, пуску та експлуатації і виробнича інструкція, які повинні бути видані обслуговуючому персоналу.

Монтажні роботи під час будівництва об'єкту виконуються спеціалізованою монтажною організацією. Виробничі підрозділи організації виконують такі роботи: такелажні (навантажування, розвантажування, переміщення і встановлення теплообмінного апарата в проектне положення); слюсарно-монтажні (складання апарата); монтаж металоконструкції; зварювання; прокладання трубопроводів та інші роботи.

Підготовка до роботи:

а) підприємство-власник зобов'язане до пуску апаратів в експлуатацію отримати технологічний регламент установки з умовами експлуатації обладнання;

б) перед пуском апаратів в експлуатацію необхідно провести видалення повітря із порожнин апаратів продувкою інертним газом. Витіснення газом повітряної суміші вважається закінченим, коли вміст кисню в газі, що виходить із апарата, складає не більше 2% за показниками газоаналізатора.

Перед пуском апарата необхідно перевірити:

а) наявність дозволу Госгортехнадзора на введення апаратів в експлуатацію;

б) надійність болтових і фланцевих з'єднань, в тому числі укомплектованість кріплення;

в) правильність та надійність приєднання технологічних трубопроводів;

г) надійність роботи регулюючої та запобіжної арматури, зв'язаної з апаратом технологічною схемою.

Перевірка технічного стану і технічне обслуговування:

					ЛН51.066233.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		64

а) за необхідністю черговим слюсарем проводиться ремонт або заміна манометрів, термометрів і т. п. у випадку виходу з ладу.

б) планово-попереджувачий ремонт апаратів проводиться у відповідності до діючого на підприємстві положення.

Правила зберігання:

а) спосіб зберігання у замовника повинен забезпечувати попередження механічних пошкоджень частин апарата;

б) штуцера апарата повинні бути закриті.

Інші вимоги за [17].

Складання фланцевих з'єднань після ремонту необхідно виконати в такій послідовності:

- паронітові прокладки з обох сторін натерти графітом;
- гайки болтів строго розташовувати по один бік фланцевого з'єднання;
- затягування болтів здійснювати виключно рівномірним закручуванням гайок хрест-навхрест, що забезпечує рівномірність закріплення та паралельність фланців.

Величина виходу кінців болтів з гайок після закріплення не перевищує величини, яка рівна половині діаметра болта.

					ЛН51.066233.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		65

7 Рівень стандартизації та уніфікації

Стандартизація – установлення і використання стандартів з метою упорядкування діяльності у визначеній області, раціонального використання ресурсів, дотримання вимог техніки безпеки, підвищення якості продукції і надання послуг. [21].

Уніфікація – приведення продукції і засобів виробництва або їх елементів до однієї форми, розмірів, структури, складу. В техніці і машинобудуванні зменшення типових розмірів (марок, форм та інше). Рівень стандартизації та уніфікації характеризується коефіцієнтом застосовності по деталях, визначаємо за методикою РД 33-74, затверджений держстандартом України.

Сам же рівень передбачає усунення надлишкової різноманітності в конструкціях деталей, вузлів, різних елементів (різьби, отвори та інше.), в сортаменті матеріалів, формах технічної документації.

При проектуванні та розробці десорбера, який входить до схеми технологічної лінії виробництва синтез-газу використано багато стандартних, нормалізованих та уніфікованих конструктивних елементів, деталей та вузлів. Це зроблено з метою спрощення ремонту, обслуговування та заміни елементів конструкції. Зокрема, при виготовленні десорбера використовуються такі стандартні елементи: арматура трубопровідна та електрична, кріпильні пристрої, болти, гайки, стропувальні пристрої, пластини та ін.

Рівень стандартизації становить:

$$K_c = \frac{n_c}{N} = \frac{98}{112} = 0,875 .$$

де: n_c – кількість стандартних деталей, шт. ; $n_c = 98$.

N – загальна кількість деталей, шт. ; $N = 112$.

					ЛН51.066233.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		66

Рівень уніфікації становить:

$$K_y = \frac{n_c + n_3}{N} = \frac{98 + 4}{112} = 0,91 ,$$

де: n_3 – кількість уніфікованих деталей, шт. $n_3 = 4$.

Висновок: Відповідно до отриманих даних робимо висновок, що рівень стандартизації та уніфікації високий, 0, 875 та 0, 91 відповідно, що значно спрощує проектування та виготовлення даного апарату.

					ЛН51.066233.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		67

8. Техніко-економічне обґрунтування модернізації

Підвищення рівня конкурентоспроможності продукції вітчизняного хімічного машинобудування неможливе без впровадження нових технологій, високопродуктивного обладнання, сучасних прогресивних конструкційних матеріалів, а також без технічного переобладнання, реконструкції та будівництва нових дільниць, цехів та підприємств в цілому. Для цього необхідно залучити великі інвестиції, яких не вистачає в Україні в нинішніх умовах переходу до ринкової економіки. Розрахунки ведемо згідно [20].

Виходячи з цього, кожний технічний, організаційний чи господарський проект або будь – яке нововведення повинні бути ретельно обґрунтовані з економічної точки зору. Вище вказане в повній мірі стосується також дипломних проектів бакалаврів, що виконуються студентами інженерно – хімічного факультету КПІ ім. Ігоря Сікорського.

Економічна частина даного дипломного проекту має на меті зробити техніко-економічні обґрунтування доцільності удосконалення конкретно обраного апарату (десорбера), який використовується в технологічній схемі виробництва синтез-газу. А саме у системі очистки сорбенту від сірководню.

На даний момент питання про ощадливе використання енергії та ресурсів є дуже важливим для всіх виробництв, а використання десорберів у системі очистки дозволить регенерувати сорбент(метанол), для повторного його використання. Для такої цілі як найкраще підходять насадкові десорбери.

При виконанні робіт по удосконаленню конструкції діючого апарату обрано базисний зразок американського апарату для порівняння їх техніко-економічних показників. Такий базисний апарат працює як барботажний десорбер.

Даний базисний апарат має досить добрі експлуатаційні характеристики. Однак з нашої точки зору є цілий ряд невикористаних резервів, реалізація

					ЛН51.066233.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		68

яких може суттєво підвищити експлуатації базисного апарату. Зокрема, з метою підвищення ефективності масообміну та зниження гідравлічного опору насадки.

В модернізований апарат встановлено насадку типу «Зульцер».

Таким чином виконані роботи дозволяють : підвищити ефективність використання поверхні насадки, збільшити робочу площу масообмінну, тим самим зменшити металоємність апарату.

Основні техніко-економічні показники базового та удосконаленого апаратів (теплообмінників) представлено в таблиці 8. 2.

Таблиця 8. 2 - Порівняльна характеристика базового та вдосконаленого апаратів (десорбера)

Назва показників	Одиниця вимірювання	Конструкція (десорберів)	
		Базовий(до модернізації)	Удосконалений (після модернізації)
1	2	3	4
Об'єм апарата (загальний)	м ³	35	20
Поверхня масообміну	м ²	12	18
Тиск в апараті	МПа	0, 1	0, 1
Температура робочого середовища в апараті	°С	20	-5
Габаритні розміри апарату:	мм	1800	1800
висота			
ширина	мм	1800	1800
продуктивність апарату по спирту	кг/год	1500	3150

Продовження таблиці 8. 2

1	2	3	4
Вартість апарату (первісна)	тис. грн.	1700, 0	1350, 0
Тривалість ремонтного циклу	років	2, 5	4, 0
Поверхня масообміну	м ²	2500	5715
Об'єм апарата (робочий)	м ³	12	18

Розрахунки витрат на проведення проектно-конструкторських робіт по удосконаленню десорберів [19].

Вдосконалення базового апарату (десорбера) розраховуємо у відповідності зі ступенем складності та обсягів проектно-конструкторської документації, яку необхідно розробити на етапи конструкторської підготовки. Результати розрахунків трудомісткості виконання проектно-конструкторської документації приведені у таблиці 8. 2.

Удосконалення діючого устаткування означає його удосконалення з метою попередження або усунення фізичного зносу, техніко-економічного старіння та підвищення його технічних параметрів до рівня сучасних вимог.

Економічно доцільно здійснювати удосконалення устаткування під час проведення його капітального ремонту. Зазвичай модернізація устаткування хімічної, нафтопереробної та целюлозно-паперової галузей промисловості забезпечує збільшення його продуктивності на 10-18%, а здійснені згідно з нею витрати не перевищують половини вартості нових знарядь виробництва аналогічного призначення.

Розрахунки ефективності на проведення удосконалення устаткування

					ЛН51.066233.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		70

полягають у визначенні коефіцієнта ефективності витрат n_{pi} , який розраховується за формулою:

$$n_{pi} = 1 - \frac{M_i + S_{ei}}{K_{Hi} \alpha \beta + S_{ai}} = 1 - \frac{10200 + 6900}{170000 \cdot 1,12 \cdot 1,33 + 12000} = 0,924,$$

де M_i - сукупні витрати на проведення вдосконаленої устаткування, грн. ;
(поточних);

S_{ei} - перевищення експлуатаційних витрат удосконаленого устаткування порівняно з новим аналогічним устаткуванням, грн;

K_{Hi} - оптова ціна придбання нового аналогічного устаткування, грн. ;

α - коефіцієнт співвідношення продуктивності удосконаленого устаткування та аналогічного нового устаткування;

β - коефіцієнт співвідношення тривалості ремонтного циклу удосконаленого устаткування та аналогічного нового устаткування;

S_{ai} - втрати від недоамортизації устаткування, яке підлягає вдосконаленню.

Розрахований по формулі 1 коефіцієнт n_{pi} може мати позитивні, негативні або нульове значення (таблиці 8. 3).

Таблиця 8. 3 – Значення коефіцієнту ефективності витрат n_{pi} на удосконалене устаткування

Величина коефіцієнта n_{pi}	Висновок щодо доцільності удосконалення устаткування
$n_{pi} > 0$	Удосконалення устаткування з економічної точки зору доцільна
$n_{pi} < 0$	Удосконалення устаткування з економічної точки зору недоцільна. Доцільним є придбання нового устаткування.
$n_{pi} = 0$	Рішення про удосконалення устаткування приймається, виходячи з конкретних виробничих обставин.

Сукупні витрати M_i на проведення вдосконалення устаткування складаються з таких окремих елементів а саме:

- матеріальні витрати (вартість сировини, матеріалів, комплектуючих виробів та енергоносіїв, які необхідні для виконання удосконалення);
- витрати на оплату праці (заробітна плата розробників конструкторської та технологічної документації; заробітна плата основних робітників, які виконують роботи по удосконаленню устаткування; відрахування на соціальне страхування;

амортизація, яка нарахована на діюче устаткування, яке підлягає удосконаленню;

- інші види витрат.

З достатньою для розрахунків точністю, яка базується на практичних даних підприємств хімічного машинобудування, величина сукупних витрат M_i на удосконалення устаткування може бути розрахована по формулі, тисяча грн. :

$$M_i = \Phi_{i_{\text{перв}}}^{\text{мод}} \cdot K_i = 170000 \cdot 0,06 = 10,2 ,$$

де $\Phi_{i_{\text{перв}}}^{\text{мод}}$ – первісна (відновлена) вартість устаткування, яке підлягає удосконаленню;

K_i - коефіцієнт витрат, величина якого залежить від виду і типу устаткування, яке підлягає удосконаленню.

Удосконалення устаткування у процесі подальшої експлуатації, як правило, вимагає більш високих експлуатаційних (поточних) витрат у порівнянні з аналогічним новим устаткуванням.

Згідно даних підприємств, де експлуатується аналогічне обладнання, первісна вартість десорбера $\Phi_{\text{перв}}^{\text{мод}} = 1700$ тис. грн. .

Величина коефіцієнта витрат на удосконалення $K_i = 0,04$.

Таким чином величина витрат для проведення модернізації десорбера становить:

					ЛН51.066233.000 ПЗ	Арк.
						72
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$M_i = 1700000 \cdot 0,06 = 100,2.$$

Експлуатаційні (поточні) витрати при роботі устаткування складаються з таких витрат:

- витрати паливно-мастильних матеріалів;
- витрати на придбання та виготовлення необхідних запасних частин;
- витрати на оплату праці ремонтного персоналу;
- інші поточні експлуатаційні витрати.

З достатнім для розрахунків ступенем точності, який базується на практичних даних підприємств хімічного машинобудування, величина перевищення експлуатаційних (поточних) витрат по модернізованому устаткуванню порівняно з новим аналогічним устаткуванням S_{ei} може бути розрахована по формулі, грн :

$$S_{ei} = q_{b_i} \cdot \Phi_{\text{перв}}^{\text{мод}} - q_{b_n} \cdot \Phi_{\text{перв}}^{\text{нов}} = 0,12 \cdot 1700000 - 0,1 \cdot 1350000 = 69000.$$

де q_{b_i} – коефіцієнт експлуатаційних (поточних) витрат устаткування, яке підлягає удосконаленню;

q_{b_n} – коефіцієнт експлуатаційних (поточних) витрат аналогічного нового устаткування;

$\Phi_{\text{перв}}^{\text{нов}}$ – первісна вартість нового (аналогічного) устаткування.

Таким чином розраховуємо величину перевищення поточних витрат по вдосконаленому устаткуванню порівняно з новим аналогічним устаткуванням:

Примітка: Згідно даних, які вміщують інтернет-відомості вартість нового аналогічного устаткування складає $\Phi_{\text{перв}}^{\text{нов}} = 1700$ тис.грн.

Коефіцієнт співвідношення продуктивності удосконаленого устаткування та аналогічного нового устаткування α розраховується по формулі

$$\alpha = \frac{P_i}{P_{\text{нов}}} = \frac{1500}{3150} = 0,45,$$

					ЛН51.066233.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		73

де Π_i – продуктивність або інший один з найбільш важливих показників, який характеризує роботу устаткування, яке підлягає удосконаленню;

$\Pi_{\text{нов}}$ – продуктивність або інший один з найбільш важливих показників, який характеризує роботу аналогічного нового устаткування.

Коефіцієнт співвідношення тривалості ремонтного циклу вдосконаленого устаткування та аналогічного нового устаткування β розраховується по формулі:

$$\beta = \frac{T_{\text{мод}}}{T_{\text{нов}}} = \frac{4}{2,5} = 1,6,$$

де $T_{\text{мод}}$ – тривалість ремонтного циклу устаткування, яке підлягає модернізації;

$T_{\text{нов}}$ – тривалість ремонтного циклу аналогічного нового устаткування.

Тривалість ремонтного циклу устаткування – це період часу між двома капітальними ремонтами устаткування, або тривалість часу між придбанням устаткування та першим капітальним ремонтом. В якості показників ремонтного циклу можуть також використовуватися показники виробітку продукції між двома капітальними ремонтами устаткування та інші аналогічні показники.

Порівнюючи всі знайдені величини, необхідно отримати величину коефіцієнта ефективності витрат, розрахункова величина якого дає нам змогу зробити висновки щодо доцільності проведення вдосконалення обраного в дипломному проекті устаткування.

Висновок: Розраховане значення $n_{\text{рі}} < 0$, а це значить, що вдосконалення десорбера економічно доцільне.

					ЛН51.066233.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		74

Висновки

У дипломному проекті освітньо-кваліфікаційного рівня «бакалавр» «Модернізація десорбера ділянки очистки синтез-газу. Комплексний. » модернізовано десорбер очистки ділянки виробництва синтез-газу для регенерації сорбенту(метанолу). Модернізація спрямована на підвищення ефективності очистки синтез-газу та регенерації сорбенту за рахунок використання насадки типу «Зульцер».

Проект включає пояснювальну записку, що містить опис технологічної схеми виробництва синтез-газу, вибір типу десорбера, опис конструкції і технічну характеристику розроблюваного апарата, порівняння обраної конструкції з аналогами, охорону праці, наведено дані по монтажу й експлуатації.

Виконано розрахунки, що підтверджують надійність і працездатність апарата. При виконанні параметричного розрахунку були визначені габаритні розміри пластинчастого теплообмінника. Розрахунки на міцність основних вузлів та деталей конструкції містять розрахунок штуцерів, укріплення отворів, розраховано гідравлічний опір.

Графічна частина дипломного проекту включає три креслення формату А1, креслення формату А2 та креслення формату А3, що містить: технологічну схему виробництва синтез-газу, складальне креслення десорбера, креслення розподільника рідини, креслення царги, креслення кришки. Кожне складальне креслення супроводжується відповідною специфікацією.

За період виконання роботи зроблені 2 доповіді (з опублікуванням тез) на XXIII та XXIV всеукраїнській науково-практичній конференції студентів, аспірантів і молодих вчених, а також отримано один деклараційний патент України на корисну модель «Десорбер».

					ЛН51.066233.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		75

Выводы

В дипломном проекте образовательно-квалификационного уровня «бакалавр» «Модернизация десорбера участка очистки синтез-газа. Комплексный. » Модернизированы десорбер очистки участка производства синтез-газа для регенерации сорбента (метанола). Модернизация направлена на повышение эффективности очистки синтез-газа и регенерации сорбента за счет использования насадки типа «Зульцер».

Проект включает пояснительную записку содержащий описание технологической схемы производства синтез-газа, выбор типа десорбера, описание конструкции и техническую характеристику разрабатываемого аппарата, сравнение выбранной конструкции с аналогами, охране труда, приведены данные по монтажу и эксплуатации.

Выполнены расчеты, подтверждающие надежность и работоспособность аппарата. При выполнении параметрического расчета были определены габаритные размеры пластинчатого теплообменника. Расчеты на прочность основных узлов и деталей конструкции содержат расчет штуцеров, укрепления отверстий, рассчитан гидравлическое сопротивление.

Графическая часть дипломного проекта включает три чертежи формата A1, чертежи формата A2 и чертежи формата A3, содержащий: технологическую схему производства синтез-газа, сборочный чертеж десорбера, чертежи распределителя жидкости, чертежи царги, чертежи крышки. Каждое сборочный чертеж сопровождается соответствующей спецификацией.

За период выполнения работы сделаны 2 доклада (с опубликованием тезисов) на XXIII и XXIV всеукраинской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, а также получен один декларационный патент Украины на полезную модель «Десорбер».

					ЛН51.066233.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		76

Conclusions

In the Bachelor Diploma project on the theme: "Modernization desorber of the site of purification of synthesis gas. Complex. "A desorber clearing the synthesis gas production site for the regeneration of the sorbent (methanol) has been modernized. The modernization is aimed at increasing the efficiency of synthesis gas cleaning and regeneration of sorbent by using a nozzle type "Sulzer".

The project includes an explanatory note containing a description of the technological scheme of production of synthesis gas, the choice of type desorbera, description of the design and technical characteristics of the designed apparatus, comparison of the selected design with the analogs, protection of labor, provided data on installation and operation.

Calculations have been made, which confirm the reliability and performance of the apparatus. When performing a parametric calculation, the overall dimensions of the plate heat exchanger were determined. Calculations for the strength of the main units and design details include the calculation of joints, reinforcement of holes, calculated hydraulic resistance.

The graphic part of the diploma project includes three drawings of A1 format, drawings of A2 format and drawings of A3 format containing: technological scheme of synthesis gas production, assembly drawing of desorber, drawings of a liquid distributor, drawings of the king, drawing of a cover. Each assembly drawing is accompanied by an appropriate specification.

During the period of the work, 2 reports (with the publication of abstracts) were made at the XXIII and XXIV All-Ukrainian scientific and practical conference of students, postgraduates and young scientists, as well as one declarative patent of Ukraine for the useful model "Desorber" was received.

					ЛН51.066233.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		77

Перелік посилань

- 1 Тимонин А. С. Основы конструирования и расчета химико-технологического и природоохранного оборудования. Справочник – 2-е издание, том 2 – Калуга 2002. - 1025 с.
- 2 Пат. UA132278 С Україна, МПК B01D19/00. Десорбер / Євзютін П. Ю. , Двойнос Я. Г. // Опубл. 25. 02. 2019 - Бюл. № 4.
- 3 Касаткин А. Г. Основные процессы и аппараты химической технологии. Учебник для вузов – 7-е изд. – М. : Госхимиздат, 1961. – 831 с.
- 4 Пат. RU2656460 С МПК B01D19/00. Absorber / Анна М. С. // Опубл. 05. 06. 2018
- 5 Пат. RU2664652 СМПК B01D19/00. Method for purification of fuel components from sulfur circulating oils and oil factions / Карпов Н. В. // Опубл. 05/06/2018
- 6 Пат. RU2666450 С МПК B01D19/00. Plant for ammonia-containing gas purification and ammonia water production / Андреев Б. В. // Опубл. 23/04/2018
- 7 Пат. US20180296976 A1 Renewable high efficient desulfurization process using a suspension bed / Lin Li // Опубл. 18/10/2018
- 8 Пат. CN109078476 A1 A kind of wet desulfurization system and method using double calcium-based desulfurizing agents / Zhang Yuliang // Опубл. 25/12/2018
- 9 Жидецкий В. Ц. , Джигирей В. С. , Мельников О. В. Основы охорони праці. 2-е вид. , стереотип. – Львів: Афіша, 2000. – 348 с.
- 10 Ю. И. Дытнерский. Основные процессы и аппараты химической технологии: Пособие по проектированию. – М. Химия, 1983 – 272 с.
- 11 Рамм В. М. , Абсорбция газов. Изд. 2-е, переработ. И доп. М. , «Химия», 1976.

- 12 Иоффе И. Л. Проектирование процессов и аппаратов химической технологии. Учебник для техникумов. Л. : Химия, 1991. - 352 с. , ил.
- 13 Мікульонок І. О. Проектування теплової ізоляції обладнання хімічних виробництв. Навчальний посібник – К. НАУКОВА ДУМКА, 1992 – 152 с.
- 14 ГОСТ 24757-81 Сосуды и аппараты. Нормы и методы расчета на прочность. Аппараты колонного типа.
- 15 ОСТ 26-467-84 Опоры цилиндрические и конические вертикальных аппаратов. Типы и основные размеры
- 16 ГОСТ 24755-89 Сосуды и аппараты. Нормы и методы расчета на прочность укрепления отверстий
- 17 ГОСТ 12. 3. 009-76 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Работы погрузочно-разгрузочные. Общие требования безопасности
- 18 ГОСТ 14. 2. 02-69. Трубопроводы промышленных предприятий М. : Химия. 1991. – 496 с.
- 19 ОСТ 26-291-79. Сосуды и аппараты стальные сварные. Общие технические условия.
- 20 Задольський А. М. , Щаповаленко О. О. Методичні вказівки до виконання економічної частини дипломних проектів бакалаврів. Київ, 2010.
- 21 Дунин-Барковский И. В. Взаимозаменяемость, стандартизация и технические измерения: Учебник./— М.: Издательство стандартов, 1987, 352 с., ил.

Додаток А
Документація патентного дослідження

					ЛН51.066233.000 ПЗ	Арк.
						80
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Додаток А. Патентний пошук.

Для знаходження об'єктів порівняння та перевірки патентної чистоти конструкції проведений патентний пошук.

РЕГЛАМЕНТ ПОШУКУ № ЛН41. 065143РП

Найменування теми Пластинчастий теплообмінник

шифр теми ЛН51. 066233

Етап Проектування апарата та його основних частин

Номер, дата завдання на проведення патентних досліджень
ЛН51. 066233 .

Обґрунтування регламенту пошуку **Предмет пошуку:** -
теплообмінник (Об'єктом пошуку є винаходи та корисні моделі) .

Мета пошуку інформації – визначення патентної ситуації щодо
масообмінних апаратів (визначення патентноздатності проєктованого
апарату і визначення тенденцій розвитку даного напрямку в техніці).

Визначення держав пошуку. Встановлюємо такі держави пошуку:
Україна, Російська Федерація, ЄСРР, США, Велика Британія, Німеччина,
Франція, Японія, Канада, Швейцарія.

Ретроспективність. Термін дії патенту на винахід в Україні – 20
років, на корисну модель - 6 років, тому регламент пошуку встановлюємо
такий: 1995-2015 .

Класифікаційні індекси. Міжнародна патентна класифікація:
:МПКВ01С1/19, С21/359, В01С1/19

Уніфікована десятикова класифікація УДК 66. 0 (233), 66. 01/07(075. 8).

Джерела інформації. 1) Патентна інформація: описи до винаходів,
офіційні бюлетені Укрпатенту, Роспатенту і Госпатенту ЄСРР, 2)
Науково-технічна інформація: монографії з тепломасообмінних процесів,
підручники й навчальні посібники з курсу процесів та апаратів хімічних
технологій .

Початок пошуку 02. 02. 2019 Закінчення пошуку 02. 05. 2019.

Довідка про пошук № ЛН51. 066233 ДП

					ЛН51.066233.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		81

Завдання на проведення патентних досліджень ЛН51. 066233. 000

(номер, дата)

Етап - Проектування апарата та його складових частин.

Номер, дата, завдання на проведення патентних досліджень

ЛН51. 09. 19. 02. 2018 .

Номер, дата регламенту пошуку ЛН51. 066233РП 02. 02. 2019.

Початок пошуку 02. 02. 2019 Закінчення пошуку 2. 05. 2019.

					ЛН51.066233.000 ПЗ	Арк.
						82
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця А. 1 – Регламент пошуку (форма А. 1 згідно ДСТУ 3575-97)

Предмет пошуку (ОГД, його складові частини)	Мета пошуку інформації	Держава пошуку	Класифікаційні індекси	Ретро-спективність пошуку	Джерела інформації
Масообміний апарат	Визначення патентно-здатності проектного апарата й тенденції розвитку цього напрямку в техніці	Україна, РФ, Велика Британія, Німеччина, США.	<u>МПКВ01С</u> <u>1/19</u> , <u>C21/359</u> , <u>B01C1/19</u> .	2017–2018	Основные процессы и аппараты химической технологии. М. : Химия, 1973. 756 с Основные процессы и аппараты химической технологии: Пособие по проектированию. /Г. С. Борисов, В. П. Брыков, Ю. И. Дытнерский и др/ под ред Ю. И Дытнерского М. : Химия, 1991. - 496 с Процеси та обладнання хімічної технології /Я. М. Корнієнко, І. О. Мікульонок, та інші. / НТУУ «КПІ», 2011. Ч. 1 – 300 с. ; Ч. 2 – 416 с.

Таблиця А. 2. – Джерела інформації, які використані під час патентного пошуку

					ЛН51.066233.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		83

Предмет пошуку (ОГД, його складові частини)	Держава пошуку	Класифікаційні індекси	Інформаційна база, яка використана під час пошуку	Бібліографічні дані першого та останнього за хронологією джерела інформації	
				патентна інформація	інша науково-технічна інформація
1	2	3	4	5	6
Масообмінний апарат	Україна, РФ, Велика Британія, Німеччина, США.	<u>МПКВ</u> <u>01C1/1</u> <u>2</u> , <u>C21/35</u> <u>2</u> , <u>B01C1/19</u>	Фонд НТУУ "КПІ" Державний патентний фонд бази даних об'єктів промислової власності, до яких надається безкоштовний доступ в Інтернеті http://www.patents.google.com/ http://www.findpatent.ru/ http://freepatent.ru/ http://uapatents.com/	Описи винаходів патентів України №№ 1-60000. Описи корисних моделей патентів України №№ 1-2000. Описи винаходів патентів Російської Федерації №№ 2000000-2180000. Офіційний бюлетень "Промислова власність" Офіційні бюлетені "Открытия. Изобретения",	Журнали "Химическо, нефтеперерабатывающее и полимерное машиностроение", "Тепломасообмен" УРЖ "Хімічна промисловість України" Процеси та обладнання хімічної технології /Я. М. Корнієнко, І. О. Мікульонок, та інші. / НТУУ «КПІ», 2011. Ч. 1 – 300 с. ; Ч. 2 – 416 с.

Таблиця А. 3 – Винаходи, що відібрані для аналізу.

Назва апарата	Документи на об'єкти промислової власності	
	Бібліографічні дані	Відомості щодо їхньої дії
1	2	3
Десорбер очистки нафти від газів	Пат. RU2656460 С МПК B01D19/00. Absorber / Анна М. С. // Опубл. 05. 06. 2018	Діє
Абсорбер сірководню	Пат. RU2664652 СМПК B01D19/00. Method for purification of fuel components from sulfur circulating oils and oil factions / Карпов Н. В. // Опубл. 05/06/2018	Діє
Абсорбер для виробництва аміачної води	Пат. RU2666450 С МПК B01D19/00. Plant for ammonia-containing gas purification and ammonia water production / Андреев Б. В. // Опубл. 23/04/2018	Діє
Абсорбер з суспензним шаром	Пат. US20180296976 A1 Renewable high efficient desulfurization process using a suspension bed / Lin Li // Опубл. 18/10/2018	Діє
Десульфаційна установка з використанням сорбційних агентів на основі кальцію	Пат. CN109078476 A1 A kind of wet desulfurization system and method using double calcium-based desulfurizing agents / Zhang Yuliang // Опубл. 25/12/2018	Діє

Додаток Б
Патенти, які використовувались в патентному дослідженні

					ЛН51.066233.000 ПЗ	Арк.
						86
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

На основании пункта 1 статьи 1366 части четвертой Гражданского кодекса Российской Федерации патентообладатель обязуется заключить договор об отчуждении патента на условиях, соответствующих установившейся практике, с любым гражданином Российской Федерации или российским юридическим лицом, кто первым изъявил такое желание и уведомил об этом патентообладателя и федеральный орган исполнительной власти по интеллектуальной собственности.

(52) СПК

B01D 47/06 (2006.01); B01D 53/18 (2006.01)

(21)(22) Заявка: 2015148205, 10.11.2015

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
10.11.2015Дата регистрации:
05.06.2018

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 10.11.2015

(43) Дата публикации заявки: 16.05.2017 Бюл. № 14

(45) Опубликовано: 05.06.2018 Бюл. № 16

Адрес для переписки:

141191, Московская обл., г. Фрязино, ул.
Горького, 2, кв. 193, Стареевой А.М.

(72) Автор(ы):

Стареева Анна Михайловна (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Стареева Анна Михайловна (RU)

(56) Список документов, цитированных в отчете
о поиске: RU 2014138359 A, 23.09.2014. RU
2524971 C1, 10.08.2014. RU 2014141773 A,
16.10.2014. RU 2416454 C1, 20.04.2011. JP
0062065717 A, 25.03.1987.

(54) АБСОРБЕР

(57) Реферат:

Изобретение относится к технике очистки газов от ядовитых компонентов. Абсорбер содержит корпус с патрубками для запыленного и очищенного газа, оросительное устройство, опорные решетки, между которыми расположена насадка, и устройство для отвода шлама. Насадка выполнена в виде цилиндрического кольца, на боковых, внутренней и наружной, поверхностях

которого выполнена винтовая нарезка в противоположных направлениях, или насадка выполнена в виде кольца, на внешней поверхности которого выполнена винтовая поверхность по типу пластинчатого шнека. Технический результат: повышение эффективности и надежности процесса пылеулавливания. 14 ил.



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) ABSTRACT OF INVENTION

According to Art. 1366, par. 1 of the Part IV of the Civil Code of the Russian Federation, the patent holder shall be committed to conclude a contract on alienation of the patent under the terms, corresponding to common practice, with any citizen of the Russian Federation or Russian legal entity who first declared such a willingness and notified this to the patent holder and the Federal Executive Authority for Intellectual Property.

(52) CPC

B01D 47/06 (2006.01); **B01D 53/18** (2006.01)(21)(22) Application: **2015148205, 10.11.2015**(24) Effective date for property rights:
10.11.2015Registration date:
05.06.2018

Priority:

(22) Date of filing: **10.11.2015**(43) Application published: **16.05.2017** Bull. № 14(45) Date of publication: **05.06.2018** Bull. № 16

Mail address:

**141191, Moskovskaya obl., g. Fryazino, ul. Gorkogo,
2, kv. 193, Stareevoy A.M.**

(72) Inventor(s):

Stareeva Anna Mikhajlovna (RU)

(73) Proprietor(s):

Stareeva Anna Mikhajlovna (RU)**(54) ABSORBER**

(57) Abstract:

FIELD: technological processes.

SUBSTANCE: invention relates to technique of gas purification from poisonous components. Absorber contains a body with ducts for dusty and clean gas, an irrigation device, support grids between which a nozzle is arranged, and a sludge discharge device. Nozzle is made in the form of a cylindrical ring, on the side, inner

and outer surfaces of which a screw thread is made in opposite directions, or the nozzle is made in the form of a ring, on the external surface of which a screw surface is made in the manner of a plate auger.

EFFECT: increased dust collection process efficiency and reliability.

1 cl, 14 dwg

Изобретение относится к технике очистки газов от ядовитых компонентов или выделению целевого компонента.

Известен аппарат для очистки запыленного воздуха по патенту РФ №2279905, кл. B01D 47/06, содержащий корпус, водоразбрызгиватель, ввод газового потока, выходной патрубком очищенного газа и устройство для выхода шлама.

Недостатком прототипа является сравнительно невысокая эффективность процесса пылеулавливания за счет недостаточно развитой поверхности насадки.

Технический результат - повышение эффективности и надежности процесса очистки газов или выделения целевого компонента, а также снижение металлоемкости и виброакустической активности аппарата в целом.

Это достигается тем, что в абсорбере, содержащем корпус с патрубками для запыленного и очищенного газа, оросительное устройство, опорные решетки, между которыми расположена насадка, и устройство для отвода шлама, насадка выполнена в виде цилиндрического кольца, на боковых, внутренней и наружной, поверхностях которого выполнена винтовая нарезка в противоположных направлениях, или насадка выполнена в виде кольца, на внешней поверхности которого выполнена винтовая поверхность по типу пластинчатого шнека.

На фиг.1 изображен абсорбер с поперечным орошением, на фиг.2 изображен противоточный абсорбер, на фиг.3 - насадка в виде несквозных выемок на поверхности тора, на фиг.4 и 5 - насадка в виде цилиндрических колец, на боковой поверхности которых оппозитно выполнены прорезы; на фиг.6 - насадка в виде цилиндрического кольца, к боковой поверхности которого оппозитно друг другу прикреплены две полусферические поверхности; на фиг.7-14 - варианты насадки.

Абсорбер содержит корпус 1 с патрубками 2 и 3 для запыленного и очищенного газа, оросительное устройство 6, опорные решетки 4, между которыми расположена насадка 5, и устройство для отвода шлама (фиг.1 и фиг.2).

Чтобы повысить степень очистки газового потока от пыли или целевого компонента за счет увеличения площади контакта запыленного потока с насадкой, насадка 5 выполнена тороидальной формы (фиг. 3), имеющей в сечении круг 7 с осью симметрии 8, в котором выполнены несквозные выемки 9, 11, 13, 15 с одной стороны и несквозные выемки 10, 12, 14, 16 - с другой стороны диаметра. Выемки имеют в сечении вытянутую форму по направлению, параллельному оси тора, а выемка с одной стороны расположена между двумя соседними выемками, выполненными с другой стороны.

Насадка 5 выполнена из пористых полимерных материалов, стекла, пористой резины, композиционных материалов, древесины, нержавеющей стали, титановых сплавов, благородных металлов.

Чтобы повысить степень очистки газового потока от пыли или целевого компонента за счет увеличения площади контакта запыленного потока с насадкой (фиг. 4 и 5), она выполнена в виде цилиндрических колец, на боковой поверхности 19 которых оппозитно выполнены две прорезы 20 и 21 в направлении, параллельном образующим цилиндрической поверхности и по одной прорези в направлении, перпендикулярном оси кольца, причем прорезы, смыкаясь, образуют П-образную прорезь. Полученные в результате лепестки отгибают в направлении оси кольца, а также на лепестках выполняют отгибы в виде полочек 22 и 23 в направлении, перпендикулярном оси кольца. Аналогичные лепестки получают в направлении, отстоящем на угол 90 град от первых двух, т.е. два лепестка 24 и 26 с отгибами в виде полочек 25 и 27. Возможно выполнение отгибов в форме спирали Архимеда.

Насадка может быть выполнена из пористых полимерных материалов, стекла,

пористой резины, композиционных материалов, древесины, нержавеющей стали, титановых сплавов, благородных металлов.

Насадка может быть выполнена в виде перфорированных цилиндрических колец, на боковой поверхности 19 которых оппозитно выполнены две прорези 20 и 21 с перфорацией в направлении, параллельном образующим цилиндрической поверхности и по одной прорези с перфорацией в направлении, перпендикулярном оси кольца, причем прорези, смыкаясь, образуют П-образную прорезь (фиг. 4 и 5).

Выполнение лепестков отогнутыми в направлении оси кольца и выполнение отгибов в виде полочек в направлении, перпендикулярном оси кольца, позволяет повысить эффективность процесса пылеулавливания за счет того, что увеличивается площадь контакта запыленного потока с насадкой.

Лепестки выполнены отстоящими на угол 90° от предыдущих, что позволяет с одной стороны увеличить площадь контакта запыленного потока с насадкой, а с другой - сохранить пропускную способность насадки без ее соударений друг с другом, что в целом способствует увеличению надежности процесса пылеулавливания.

Возможен вариант (фиг. 6), когда элемент насадки выполнен в виде цилиндрического кольца 28, к боковой поверхности которого оппозитно друг другу прикреплены две полусферические поверхности 32 и 33 таким образом, что диаметральные плоскости полусфер совпадают соответственно с верхним 29 и нижним 30 основаниями цилиндрического кольца, при этом на кольце и полусферах выполнена перфорация 31, а вершины полусферических поверхностей находятся на оси кольца и направлены навстречу друг другу, при этом пространство между боковой внутренней поверхностью перфорированного цилиндрического кольца 28 и двумя перфорированными полусферическими поверхностями 32 и 33, прикрепленными к его боковой поверхности, заполнено дополнительными инертными элементами, например, в виде шариков 34, диаметры которых больше диаметра перфорации кольца и полусферических поверхностей.

Возможен вариант (фиг. 7), когда элемент насадки выполнен в виде цилиндрического кольца, к боковой поверхности которого оппозитно друг другу прикреплены две полусферические поверхности таким образом, что диаметральные плоскости полусфер совпадают соответственно с верхним и нижним основаниями цилиндрического кольца, а вершины полусферических поверхностей находятся на оси кольца и направлены навстречу друг другу. Возможно выполнение насадки с перфорацией как на боковой поверхности, так и на полусферических поверхностях.

Возможен вариант, когда элемент насадки выполнен в виде цилиндрического кольца, к боковой поверхности которого оппозитно друг другу прикреплены две полусферические поверхности таким образом, что диаметральные плоскости полусфер совпадают соответственно с верхним и нижним основаниями цилиндрического кольца, вершины полусферических поверхностей находятся на оси кольца и направлены навстречу друг другу, а между ними расположена перфорированная поверхность n-го порядка, например сферическая, эллиптическая, гиперболическая.

Возможен вариант, когда элемент насадки выполнен (фиг. 8) в виде цилиндрического кольца, к боковой поверхности которого оппозитно друг другу прикреплены две полусферические поверхности таким образом, что диаметральные плоскости полусфер совпадают соответственно с верхним и нижним основаниями цилиндрического кольца, вершины полусферических поверхностей находятся на оси кольца и направлены навстречу друг другу, а внутри полусферических поверхностей, концентрично и с зазором расположены, по крайней мере, две полусферические поверхности.

Возможен вариант, когда элемент насадки выполнен (фиг. 9) из шариков с выемками, т.е. шарообразной формы, с несквозными радиальными выемками, причем выемки имеют форму цилиндрической, конической, сферической поверхностей, или любой поверхности тел вращения, например параболоид, эллипсоид.

Возможен вариант, когда элемент насадки выполнен полый шарообразной формы (фиг. 10), на внешней поверхности которой имеются дополнительные элементы в виде сферических, конических поверхностей, или любой поверхности тел вращения, например параболоид, эллипсоид, а внутренняя шарообразная поверхность насадки соединена с внешней посредством, по крайней мере, трех каналов.

Возможно выполнение элемента насадки (фиг. 11) в виде цилиндрического кольца, на боковых, внутренней и наружной поверхностях которого выполнена винтовая нарезка (на чертеже не показано) в противоположных направлениях.

Возможно выполнение элемента насадки (фиг. 12) в виде шара, на поверхности которого выполнены несквозные отверстия полусферической формы (на чертеже не показано).

Возможно выполнение элемента насадки (фиг. 13) в виде кольца, на внешней поверхности которого выполнена винтовая поверхность по типу пластинчатого шнека.

Абсорбер работает следующим образом.

Запыленный газовый поток поступает в корпус 1 через ввод запыленного газового потока 2 и встречает на своем пути завесу из насадки 5, которая смачивается водой или другим абсорбентом из оросительного устройства 6. Расход орошающей жидкости в противоточных насадочных скрубберах принимается в пределах от 1,3 до 2,6 л/м³. В насадочных скрубберах с поперечным орошением для лучшего смачивания поверхности насадка 5 слой насадка наклонен на 7...10° в направлении газового потока. Расход орошающей жидкости в них принимается в пределах от 0,15 до 0,5 л/м³. Процесс пылеулавливания протекает в оптимальном гидродинамическом режиме, так как гидравлическое сопротивление насадка 5 на 20% меньше, чем гидравлическое сопротивление выходного патрубка 3 очищенного газа. Для снижения виброакустической активности аппарата и его металлоемкости, а также повышения его надежности в предлагаемом устройстве предусмотрены следующие мероприятия: на поверхности деталей нанесен слой мягкого вибродемпфирующего материала, например мастики ВД-17, причем соотношение между толщиной металла и вибродемпфирующего покрытия находится в оптимальном интервале величин: 1/(2,5...4). Для удаления шлама применено устройство для удаления шлама в виде канала в днище корпуса или отдельного механизма.

Абсорбер может быть применен для очистки от тонкой фракции пыли и увлажнения воздуха в вентиляционных установках и установках кондиционирования воздуха, а также при улавливании туманов, хорошо растворимой пыли, а также при совместном протекании процессов пылеулавливания, охлаждения газов и абсорбции насадочных газопромывателей. Эффективность предлагаемой конструкции абсорбера увеличивается за счет большей поверхности взаимодействия насадки в вышеуказанных процессах и составляет при улавливании пылевых частиц размером больше 2 мкм порядка 95%.

(57) Формула изобретения

Абсорбер, содержащий корпус с патрубками для запыленного и очищенного газа, оросительное устройство, опорные решетки, между которыми расположена насадка, и устройство для отвода шлама, отличающийся тем, что насадка выполнена в виде цилиндрического кольца, на боковых, внутренней и наружной, поверхностях которого

выполнена винтовая нарезка в противоположных направлениях, или насадка выполнена в виде кольца, на внешней поверхности которого выполнена винтовая поверхность по типу пластинчатого шнека.

5

10

15

20

25

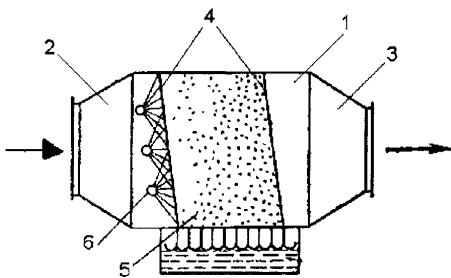
30

35

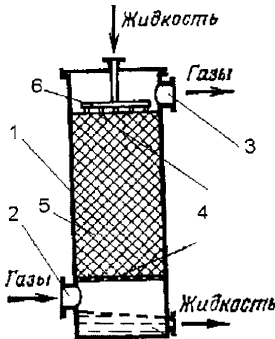
40

45

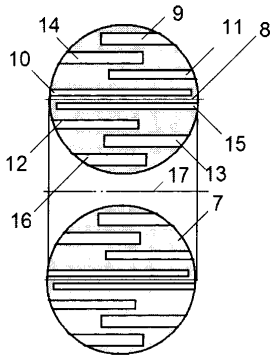
АБСОРБЕР



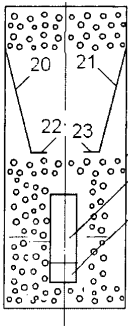
Фиг.1



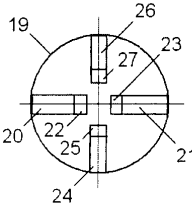
Фиг.2



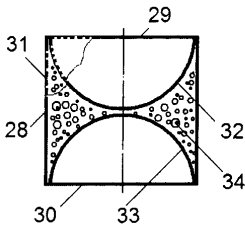
Фиг.3



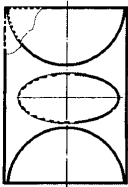
Фиг.4



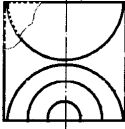
Фиг.5



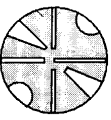
Фиг.6



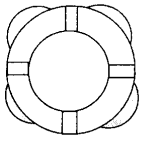
Фиг.7



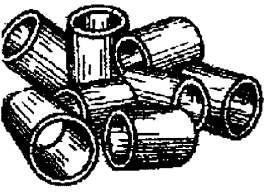
Фиг.8



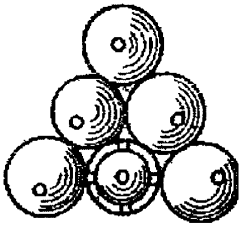
Фиг.9



Фиг.10



Фиг.11



Фиг.12



Фиг.13



Фиг.14



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК

C10G 7/00 (2006.01); C10G 31/06 (2006.01); B01D 3/02 (2006.01)

(21)(22) Заявка: 2018104604, 06.02.2018

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
06.02.2018

Дата регистрации:
21.08.2018

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 06.02.2018

(45) Опубликовано: 21.08.2018 Бюл. № 24

Адрес для переписки:

150023, г. Ярославль, Московский пр-кт, 130,
ОАО "Славнефть-ЯНОС", начальнику
технического отдела С.В. Румянцеву

(72) Автор(ы):

Карпов Николай Владимирович (RU),
Вахромов Николай Николаевич (RU),
Дутлов Эдуард Валентинович (RU),
Пискунов Александр Васильевич (RU),
Бубнов Максим Александрович (RU),
Гудкевич Игорь Владимирович (RU),
Борисанов Дмитрий Владимирович (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Открытое акционерное общество
"Славнефть-Ярославнефтеоргсинтез" (ОАО
"Славнефть-ЯНОС") (RU)

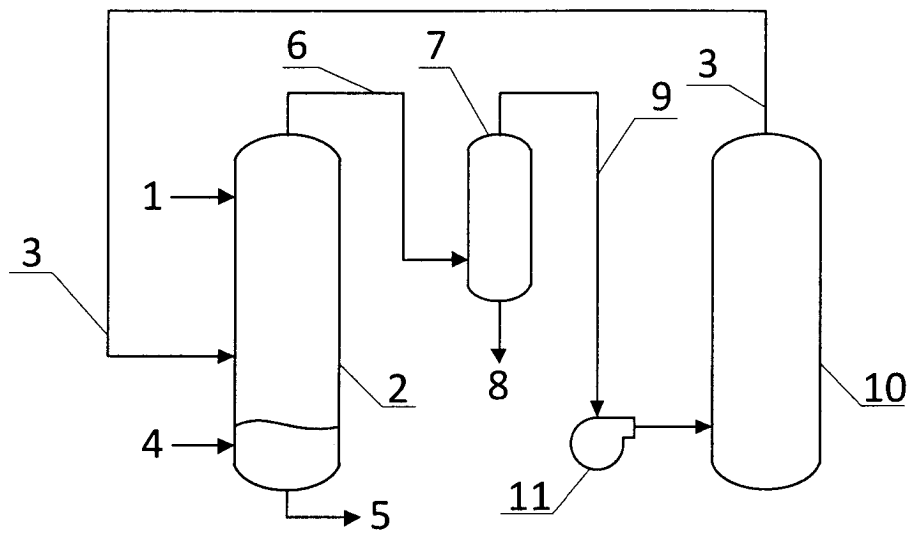
(56) Список документов, цитированных в отчете
о поиске: RU 2417248 C2, 27.04.2011. EP
0432858 A1, 19.06.1991. RU 141374 U1,
10.06.2014. RU 2066339 C1, 10.09.1996.

(54) СПОСОБ ОЧИСТКИ ОТ СЕРОВОДОРОДА МАЗУТА И НЕФТЯНЫХ ФРАКЦИЙ -
КОМПОНЕНТОВ МАЗУТА

(57) Реферат:

Изобретение относится к процессам нефтеперерабатывающей промышленности, в частности к способам очистки от сероводорода мазута и нефтяных фракций - компонентов товарного мазута. Способ очистки от сероводорода мазута и нефтяных фракций - компонентов мазута, включает продувку их циркулирующим продувочным газом в массообменном аппарате, снабженном контактными устройствами, путем подачи противотоком очищаемых компонентов в верхнюю часть аппарата, а продувочного газа - под контактные устройства аппарата, последующую очистку циркулирующего продувочного газа аминами, отвод очищенного

от сероводорода сырья с низа массообменного аппарата, при этом циркулирующий продувочный газ постоянно обогащают свежим продувочным газом в объемном соотношении к циркулирующему продувочному газу 0,005-0,05: 1,0, в качестве свежего продувочного газа используют смесь азота с кислородом с содержанием кислорода 0,1-5,0% об., подавая свежий продувочный газ через слой очищенного циркулирующим продувочным газом от сероводорода сырья, скапливающегося внизу массообменного аппарата. Результатом является повышение экономической эффективности способа без потери качества получаемых продуктов. 1 ил., 1 табл., 4 пр.



Фиг. 1

RU 2 6 6 4 6 5 2 C 1

RU 2 6 6 4 6 5 2 C 1



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(51) Int. Cl.
C10G 27/04 (2006.01)
C10G 31/06 (2006.01)
B01D 3/02 (2006.01)

(12) ABSTRACT OF INVENTION

(52) CPC

C10G 7/00 (2006.01); *C10G 31/06* (2006.01); *B01D 3/02* (2006.01)(21)(22) Application: **2018104604, 06.02.2018**(24) Effective date for property rights:
06.02.2018Registration date:
21.08.2018

Priority:

(22) Date of filing: **06.02.2018**(45) Date of publication: **21.08.2018** Bull. № 24

Mail address:

150023, g. Yaroslavl, Moskovskij pr-kt, 130, OAO
"Slavneft-YANOS", nachalniku tekhnicheskogo
otdela S.V. Rumyantsevu

(72) Inventor(s):

**Karpov Nikolaj Vladimirovich (RU),
Vakhromov Nikolaj Nikolaevich (RU),
Dutlov Eduard Valentinovich (RU),
Piskunov Aleksandr Vasilevich (RU),
Bubnov Maksim Aleksandrovich (RU),
Gudkevich Igor Vladimirovich (RU),
Borisanov Dmitrij Vladimirovich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Otkrytoe aktsionernoe obshchestvo
"Slavneft-Yaroslavnefteorgsintez" (OAO
"Slavneft-YANOS") (RU)**

(54) METHOD FOR PURIFICATION OF FUEL COMPONENTS FROM SULFUR CIRCULATING OILS AND OIL FACTIONS

(57) Abstract:

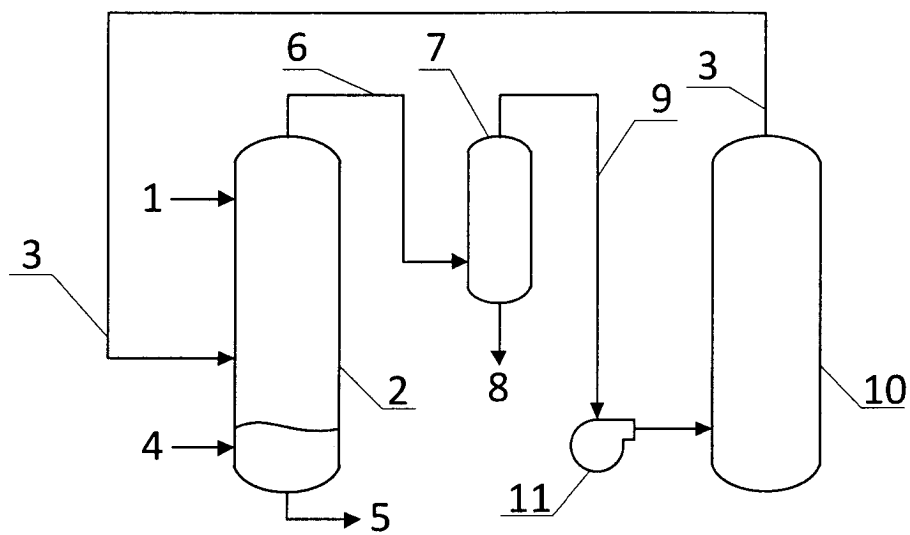
FIELD: oil and gas industry.

SUBSTANCE: invention relates to processes in oil refining industry, in particular to methods for purifying fuel oil from hydrogen sulphide and petroleum fractions, components of commercial fuel oil. Method for purifying fuel oil from hydrogen sulphide and oil fractions, fuel oil components, involves purging them with circulating purge gas in mass exchange apparatus equipped with contact devices, by feeding countercurrently cleanable components to the top of apparatus, and blowing gas – under contact devices of apparatus, subsequent purification of circulating purge gas with amines, removal of raw material from

hydrogen sulphide from bottom of mass exchange apparatus, the circulating purge gas is continuously enriched with fresh purge gas in volume ratio of circulating purge gas of 0.005–0.05:1.0, as fresh purge gas, mixture of nitrogen and oxygen with oxygen content of 0.1–5.0 % by volume is used, supplying fresh purge gas through bed of raw material purged with circulating purge gas from hydrogen sulphide accumulating at the bottom of mass exchange apparatus.

EFFECT: result is increase in economic efficiency of method without loss of quality of products obtained.

1 cl, 1 dwg, 1 tbl, 4 ex



Фиг. 1

RU 2 6 6 4 6 5 2 C 1

RU 2 6 6 4 6 5 2 C 1

Изобретение относится к процессам нефтеперерабатывающей промышленности, в частности к способам очистки от сероводорода мазута и нефтяных фракций - компонентов товарного мазута.

Известен (Европейский патент, EP 0432858) способ удаления сероводорода из сырой нефти путем ее контактирования с отпарными газами в отпарной колонне. Отпарной газ, содержащий сероводород, далее направляют в абсорбционную колонну, где сероводород отделяется от отпарного газа посредством контактирования с абсорбентом, и далее очищенный отпарной газ компрессором при избыточном давлении для обеспечения рециркуляции вновь подают в колонну для отпарки сероводорода.

Недостатками этого процесса являются:

- низкая температура проведения процесса порядка 25°C, в результате чего контактные устройства имеют низкий КПД из-за высокой вязкости потока жидкости;
- низкая эффективность процесса очистки, содержание сероводорода в очищенной нефти достигается порядка 50 ppm, что значительно превышает уровень современных технических требований к качеству товарных продуктов.

Наиболее близким к предлагаемому является способ очистки от сероводорода мазута и нефтяных фракций - компонентов мазута, включающий продувку их газом при температуре не менее 80°C, процесс проводят в массообменном аппарате, снабженном контактными устройствами, путем подачи противотоком: очищаемых компонентов в верхнюю часть аппарата, а продувочного газа - под контактные устройства аппарата, при этом в качестве продувочного газа используют либо инертный газ, либо водород, либо углеводородные газы первичной перегонки нефти, процесс очистки проводят при давлении 0-3 ати, температуре, не превышающей температуру начала разложения сернистых соединений очищаемых фракций, и при объемном соотношении продувочный газ : сырье 1-25:1 (Патент RU 2417248).

Недостатками способа являются:

- использование дорогостоящего инертного газа в качестве продувочного газа;
- отсутствие подпитки циркулирующего продувочного газа приводит к снижению давления из-за потери газа через неплотности и в результате к растворению в сырье, как следствие ухудшается очистка газа аминами, что приводит к увеличению расхода аминов в 1,1-1,2 раза.

Целью настоящего изобретения является повышение экономической эффективности процесса получения мазута и нефтяных фракций - компонентов мазута без потери качества.

Поставленная цель достигается способом очистки от сероводорода мазута и нефтяных фракций - компонентов мазута, включающем продувку их циркулирующим продувочным газом в массообменном аппарате, снабженном контактными устройствами, путем подачи противотоком: очищаемых компонентов в верхнюю часть аппарата, а продувочного газа - под контактные устройства аппарата, очистку циркулирующего продувочного газа аминами, отвод очищенного от сероводорода сырья с низа массообменного аппарата, при этом циркулирующий продувочный газ постоянно обогащают свежим продувочным газом в объемном соотношении к циркулирующему продувочному газу 0,005-0,05:1,0, в качестве свежего продувочного газа используют смесь азота с кислородом с содержанием кислорода 0,1-5,0% объемных, подавая свежий продувочный газ через слой очищенного циркулирующим продувочным газом от сероводорода сырья, скапливающегося внизу массообменного аппарата.

Способ очистки от сероводорода мазута и нефтяных фракций - компонентов мазута осуществляют следующим образом.

На фиг. 1 представлена принципиальная схема очистки от сероводорода мазута и нефтяных фракций - компонентов мазута.

Мазут или нефтяные фракции - компоненты товарного мазута (1), подают в верхнюю часть массообменного аппарата (2), снабженного контактными устройствами. В массообменный аппарат (2), под контактные устройства, подают циркулирующий продувочный газ после очистки аминами (3). Циркулирующий продувочный газ (3) постоянно обогащают свежим продувочным газом (4) в объемном соотношении к циркулирующему продувочному газу 0,005-0,05:1,0, подавая свежий продувочный газ (4) через слой очищенного циркулирующим продувочным газом от сероводорода сырья, скапливающегося внизу массообменного аппарата (2). Очищенное от сероводорода сырье (5) с низа массообменного аппарата поступает на приготовление товарного мазута. В качестве свежего продувочного газа (4) используют смесь азота с кислородом с содержанием кислорода 0,1-5,0% объемных в объемном соотношении свежий продувочный газ (4): циркулирующий продувочный газ (3) 0,005-0,05:1,0. Процесс проводят при давлении 0-3 ати. Температуру проведения процесса очистки сырья от содержащегося сероводорода контролируют исходя из физико-химических свойств конкретной нефтяной фракции, подвергающейся очистке от сероводорода, и поддерживают в пределах от 80°C и до температуры начала разложения сернистых соединений, содержащихся в конкретной нефтяной фракции, подвергаемой очистке. Температуру начала разложения сернистых соединений определяют экспериментально для каждой нефтяной фракции, подвергаемой процессу очистки от сероводорода. Объемное соотношение подачи циркулирующего продувочного газа (3) к сырью (1) выдерживают в пределах 1-25:1.

Циркулирующий продувочный газ, содержащий сероводород и углеводороды (6), выходящий с верха массообменного аппарата (2), охлаждают и направляют в сепаратор (7), где отделяют сконденсировавшуюся часть унесенных газом углеводородов (8), далее циркулирующий продувочный газ с сероводородом (9) направляют в газодувное устройство (11), откуда подают в абсорбер (10), где подвергают его очистке от сероводорода растворами аминов. Циркулирующий продувочный газ после очистки аминами (3) вновь направляют в массообменный аппарат (2).

Параметры примеров 1, 2, 3, 4 осуществления способа очистки от сероводорода мазута и нефтяных фракций - компонентов мазута, при оптимальном соотношении подачи циркулирующего продувочного газа к сырью 18:1, приведены в таблице 1.

Таблица 1.

№ примера	Содержание кислорода в свежем продувочном газе, % объемный	Объемное соотношение свежего продувочного газа к циркулирующему продувочному газу	Давление процесса, ати	Концентрация сероводорода в поступающем на очистку мазуте, ppm	Концентрация сероводорода в очищенном от сероводорода сырье для получения товарного мазута, ppm
1	0,1	0,005	0,1	28	2,0
2	4,0	0,007	0,6	28	0,3
3	0,5	0,02	0,6	28	1,0
4	5,0	0,05	3,0	28	отс.

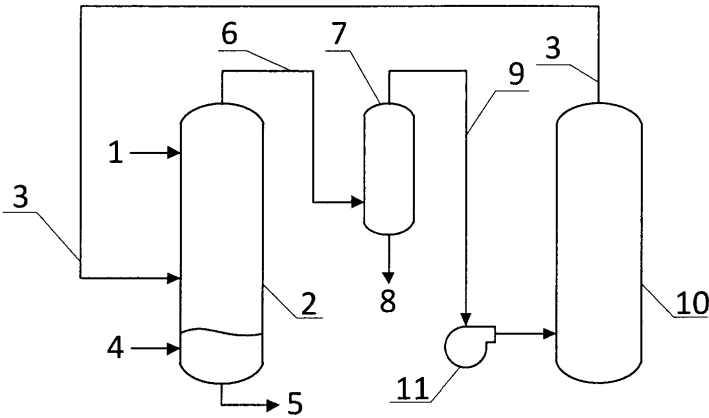
Как видно из примеров 1-4, увеличение содержания кислорода в свежем продувочном газе приводит к дополнительному окислению остатков сероводорода при подаче свежего продувочного газа через слой очищенного циркулирующим продувочным

газом от сероводорода сырья и, как следствие, к дополнительной очистке от сероводорода сырья для получения товарного мазута.

Таким образом, проведение процесса согласно предлагаемому способу позволяет снизить расход аминов на очистку газа в 1,1-1,2 раза, использовать более дешевый продувочный газ на основе азота, получаемый на предприятии, с содержанием кислорода 0,1-5,0% объемных без потери качества очищенного от сероводорода сырья для получения товарного мазута, что приводит к повышению экономической эффективности.

(57) Формула изобретения

Способ очистки от сероводорода мазута и нефтяных фракций - компонентов мазута, включающий продувку их циркулирующим продувочным газом в массообменном аппарате, снабженном контактными устройствами, путем подачи противотоком очищаемых компонентов в верхнюю часть аппарата, а циркулирующего продувочного газа - под контактные устройства аппарата, очистку циркулирующего продувочного газа аминами, отвод очищенного от сероводорода сырья с низа массообменного аппарата, отличающийся тем, что циркулирующий продувочный газ постоянно обогащают свежим продувочным газом в объемном соотношении к циркулирующему продувочному газу 0,005-0,05:1,0, в качестве свежего продувочного газа используют смесь азота с кислородом с содержанием кислорода 0,1-5,0% об., подавая свежий продувочный газ через слой очищенного циркулирующим продувочным газом от сероводорода сырья, скапливающегося внизу массообменного аппарата.



Фиг. 1



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК

C01C 1/00 (2018.08); B01D 53/14 (2018.08)

(21)(22) Заявка: 2017146938, 28.12.2017

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
28.12.2017

Дата регистрации:
07.09.2018

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 28.12.2017

(45) Опубликовано: 07.09.2018 Бюл. № 25

Адрес для переписки:

644040, г. Омск, пр. Губкина, 1, АО
"Газпромнефть-Омский НПЗ", генеральному
директору - Белявскому Олегу Германовичу

(72) Автор(ы):

Андреев Борис Владимирович (RU),
Устинов Андрей Станиславович (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Акционерное общество "Газпромнефть -
Омский НПЗ" (АО "Газпромнефть-ОМПЗ")
(RU)

(56) Список документов, цитированных в отчете
о поиске: RU 2556634 C1, 10.07.2015. RU
2598461 C1, 27.09.2016. CN 2873744 Y1,
28.02.2007. RU 2105716 C1, 27.02.1998. SU
1699563 A1, 23.12.1991.

(54) Установка очистки аммиаксодержащего газа и получения аммиачной воды

(57) Реферат:

Изобретение относится к химической и нефтехимической промышленности, а именно к установке очистки аммиаксодержащего газа и получения аммиачной воды. Установка состоит из абсорбера, первого и второго холодильников, трубопроводов подачи аммиаксодержащего газа, воды и аммиачной воды, а также трубопровода отвода аммиачной воды. При этом абсорбер выполнен из двух насадочных секций, разделенных глухой коллекторной тарелкой, снабженной газоходом, трубопровод подачи аммиаксодержащего газа соединен с нижней частью абсорбера, под нижней насадочной секцией, трубопровод подачи воды и первый трубопровод подачи аммиачной воды соединены с верхней частью абсорбера, над верхней насадочной секцией, а второй трубопровод подачи аммиачной воды соединен с центральной частью абсорбера, между глухой коллекторной тарелкой и нижней насадочной секцией, на первом

и втором трубопроводах подачи аммиачной воды установлен соответственно первый и второй холодильники, входы которых соединены с трубопроводом отвода аммиачной воды. Кроме того, на трубопроводе подачи воды и втором трубопроводе подачи аммиачной воды установлены первый и второй регулирующие клапаны, обеспечивающие изменение расхода подаваемой в абсорбер, соответственно, воды и аммиачной воды по сигналу поточного анализатора, установленного на трубопроводе отвода аммиачной воды, на первом трубопроводе подачи аммиачной воды установлен третий регулирующий клапан, обеспечивающий изменение расхода подаваемой в абсорбер аммиачной воды по сигналу от датчика температуры, установленного в верхней части абсорбера. Технический результат заключается в получении аммиачной воды высокой степени чистоты. 1 з.п. ф-лы, 1 ил., 3 табл., 1 пр.



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) ABSTRACT OF INVENTION

(52) CPC

C01C 1/00 (2018.08); *B01D 53/14* (2018.08)(21)(22) Application: **2017146938, 28.12.2017**(24) Effective date for property rights:
28.12.2017Registration date:
07.09.2018

Priority:

(22) Date of filing: **28.12.2017**(45) Date of publication: **07.09.2018** Bull. № 25

Mail address:

**644040, g. Omsk, pr. Gubkina, 1, AO
"Gazpromneft-Omskij NPZ", generalnomu
direktoru - Belyavskomu Olegu Germanovichu**

(72) Inventor(s):

**Andreev Boris Vladimirovich (RU),
Ustinov Andrej Stanislavovich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Aktsionernoe obshchestvo "Gazpromneft -
Omskij NPZ" (AO "Gazpromneft-ONPZ") (RU)****(54) PLANT FOR AMMONIA-CONTAINING GAS PURIFICATION AND AMMONIA WATER PRODUCTION**

(57) Abstract:

FIELD: chemistry.

SUBSTANCE: invention relates to chemical and petrochemical industry, namely to a plant for ammonia-containing gas purification and ammonia water production. Plant consists of an absorber, first and second refrigerators, ammonia-containing gas, water and ammonia water supply pipelines, as well as a water discharge pipeline. Wherein the absorber is made of two packed sections separated by a blind collector plate provided with a gas flue, the ammonia-containing gas supply pipeline is connected to the lower part of the absorber, below the lower packed section, water supply pipeline and the first ammonia water supply pipeline are connected to the upper part of the absorber, above the upper packed section, and the second ammonia water supply pipeline is connected to the central part of the absorber, between the blind collector plate and the lower packed section, the first and second ammonia

water supply pipelines are respectively equipped with first and second refrigerators, the inputs of which are connected to the ammonia water discharge pipeline. First and second control valves are mounted on the water supply pipeline and the second ammonia water supply pipeline, to change the flow rate of water and ammonia water supplied to the absorber, respectively, in response to a signal of the onstream analyzer installed on the ammonia water discharge pipeline, third control valve is installed on the first ammonia water supply pipeline to change the flow rate of the ammonia water supplied to the absorber in response to a signal from the temperature sensor installed at the upper part of the absorber.

EFFECT: technical result is the production of high purity ammonia water.

1 cl, 1 dwg, 3 tbl, 1 ex

R U 2 6 6 6 4 5 0 C 1

R U 2 6 6 6 4 5 0 C 1

Изобретение относится к химической и нефтехимической промышленности и может быть использовано для производства аммиачной воды (водного раствора аммиака) марки А (содержание NH_3 - не менее 25% масс.) из аммиаксодержащего газа, в котором помимо аммиака содержатся примеси кислых газов (сероводород H_2S , углекислых газ CO_2), меркаптаны (RSH) и пары воды (H_2O). Суммарное содержание кислых газов и меркаптанов в очищаемом газе может достигать величины - до 50% масс.

Из уровня техники известна установка получения аммиачной воды, состоящая из абсорбера, смесителя-сепаратора, холодильника, танка сжиженного аммиака и хранилища аммиачной воды (см. патент RU 2105716, C01C 1/00, опубл. 27.02.1998).

Однако сырьем для получения аммиачной воды, является сжиженный аммиак, получение которого представляет собой специфическую и достаточно сложную энергозатратную техническую задачу. Кроме того для получения аммиачной воды используется предварительно очищенный поток сжиженного аммиака.

Также известна установка получения аммиачной воды, содержащая первый и второй контуры получения аммиачной воды, трубопровод подачи воды и трубопровод подачи аммиака (см. патент RU 2598461, C01C 1/00, опубл. 01.09.2016). Каждый из контуров известной установки содержит емкость абсорбции аммиака, водяные трубопроводы и аммиакопроводы, связанные с емкостью абсорбции аммиака, и холодильник. Емкость абсорбции аммиака соединена дыхательной трубкой со скруббером. Выход холодильника соединен трубопроводом, имеющим регулятор расхода с емкостью абсорбции аммиака, а вход - с трубопроводом отвода аммиачной воды из емкости абсорбции аммиака. Водяные трубопроводы и аммиакопроводы снабжены запорными клапанами, обеспечивающими возможность переключения подачи воды и аммиака из первого контура во второй и из второго в первый контур. Каждая из емкостей абсорбции аммиака снабжена датчиком температуры, связанным с регулятором расхода.

К недостаткам данной установки следует отнести:

- наличие двух контуров, что усложняет контроль над процессом получения аммиачной воды;
- установка соединена с атмосферой посредством дыхательного скруббера, что может привести к выбросу аммиака;
- отсутствие возможности получения аммиачной воды с концентрацией выше 30% масс., т.к. процесс ведется при атмосферном давлении и температуре окружающей среды;
- необходимость в предварительной подготовке подаваемого на установку потока газообразного аммиака (до высокой степени чистоты).

Наиболее близким аналогом заявленного изобретения является установка очистки аммиаксодержащего газа и получения аммиачной воды, состоящая из абсорбера, первого и второго холодильников, трубопроводов подачи аммиаксодержащего газа и аммиачной воды, а также трубопровода отвода аммиачной воды (см. патент RU 2556634, C10G 19/02, опубл. 10.07.2015).

Недостатками упомянутой выше установки являются технологическая сложность и аппаратурная избыточность, т.к. для получения аммиачной воды из газообразного аммиака требуется секция получения аммиачной воды, состоящая из двух работающих попеременно абсорбционных емкостей и скруббера дыхания, дыхательная линия которого соединена с атмосферой. Наличие связи абсорбционных емкостей с атмосферой создает потенциальную опасность проскока газообразного аммиака со всеми возможными отрицательными экологическими последствиями для окружающей среды.

Аппаратурная избыточность при получении аммиачной воды приводит к дополнительным капитальным и эксплуатационным затратам на процесс в целом и снижает его надежность и управляемость.

5 Технический результат, на достижение которого направлено предлагаемое изобретение, заключается в получении аммиачной воды высокой степени чистоты требуемой концентрации, в том числе и по ГОСТ, из «грязного» газообразного аммиака, содержащего посторонние примеси (сероводород, углекислый газ, меркаптаны) в одном аппарате-абсорбере колонного типа.

10 Технический результат обеспечивается тем, что в установке очистки аммиаксодержащего газа и получения аммиачной воды, состоящей из абсорбера, первого и второго холодильников, трубопроводов подачи аммиаксодержащего газа, воды и аммиачной воды, а также трубопровода отвода аммиачной воды, абсорбер, выполненный из двух насадочных секций, разделенных глухой коллекторной тарелкой, снабженной газоходом, трубопровод подачи аммиаксодержащего газа соединен с
15 нижней частью абсорбера, под нижней насадочной секцией, трубопровод подачи воды и первый трубопровод подачи аммиачной воды соединены с верхней частью абсорбера, над верхней насадочной секцией, а второй трубопровод подачи аммиачной воды соединен с центральной частью абсорбера, между глухой коллекторной тарелкой и нижней насадочной секцией, на первом и втором трубопроводах подачи аммиачной
20 воды установлен соответственно первый и второй холодильники, входы которых соединены с трубопроводом отвода аммиачной воды, при этом на трубопроводе подачи воды и втором трубопроводе подачи аммиачной воды установлены первый и второй регулирующие клапаны, обеспечивающие изменение расхода подаваемой в абсорбер, соответственно, воды и аммиачной воды по сигналу поточного анализатора, установленного на трубопроводе отвода аммиачной воды, на первом трубопроводе
25 подачи аммиачной воды установлен третий регулирующий клапан, обеспечивающий изменение расхода подаваемой в абсорбер аммиачной воды по сигналу от датчика температуры, установленного в верхней части абсорбера.

В верхней части абсорбера может быть установлен датчик давления, связанный с
30 четвертым регулирующим клапаном, установленном на трубопроводе подачи инертного газа в нижнюю часть абсорбера, а также с пятым регулирующим клапаном, установленном на трубопроводе вывода сбросного газа с верха абсорбера.

Сущность предлагаемого изобретения поясняется чертежом, на котором показана установка получения аммиачной воды, состоящая из следующих основных элементов:
35 1 - абсорбер (колонного типа); 2 - верхняя насадочная секция; 3 - нижняя насадочная секция; 4 - распределитель аммиачной воды для орошения нижней секции; 5 - распределитель воды на верхнюю насадочную секцию; 6 - распределитель аммиачной воды для орошения верхней секции; 7 - глухая коллекторная тарелка; 8 - газоход; 9 - вход для аммиаксодержащего газа; 10 - вход для подачи аммиачной воды на нижнюю
40 секцию; 11 - вход для подачи воды на верхнюю секцию; 12 - вход для подачи аммиачной воды на верхнюю секцию; 13 - выход для аммиачной воды с глухой коллекторной тарелки; 14 - вход для инертного газа; 15 - выход загрязненного потока; 16 - выход для сброса газов; 17 - первый холодильник; 18 - второй холодильник; 19 - поточный анализатор; 20 - первый регулирующий клапан; 21 - третий регулирующий клапан; 22
45 - датчик температуры; 23 - второй регулирующий клапан; 24 - датчик давления; 25 - пятый регулирующий клапан; 26 - четвертый регулирующий клапан; 27 - трубопровод подачи аммиаксодержащего газа; 28 - трубопровод подачи воды; 29 - первый трубопровод подачи аммиачной воды; 30 - второй трубопровод подачи аммиачной

воды; 31 - трубопровод подачи инертного газа; 32 - трубопровод вывода аммиачной воды; 33 - трубопровод вывода загрязненного потока; 34 - трубопровод вывода сбросного газа.

Аммиаксодержащий газ, содержащий кислые примеси (сероводород, углекислый газ) и меркаптаны по трубопроводу 27 подачи аммиаксодержащего газа через вход 9 для аммиаксодержащего газа абсорбера 1 подают под нижний слой нижней насадочной секции 3. При этом сверху на насадочную секцию 3 по второму трубопроводу 30 через вход 10 для подачи аммиачной воды на нижнюю секцию с помощью распределителя 4 подается охлажденная аммиачная вода собственной выработки (в начальный период работы подается вода, направляемая с глухой коллекторной тарелки 7 по второму трубопроводу 30 подачи аммиачной воды). Поступающие в составе аммиаксодержащего газового потока через трубопровод 27 кислые примеси и меркаптаны при контакте в объеме насадки 3 с аммиачной водой поглощаются последней с образованием раствора соответствующих аммонийных солей (сульфидов, карбонатов и меркаптидов). Образовавшийся загрязненный поток, состоящий из воды, аммиака и поглощенных кислых примесей через выход 15 и по трубопроводу 33 выводится с низа абсорбера 1 и направляется на утилизацию или разделение. Далее очищенный таким образом от кислых примесей газообразный аммиак поступает в верхнюю часть абсорбера 1, которая отделена от нижней глухой коллекторной тарелкой 7 с газопходом 8. Одновременно с этим по трубопроводу 28 через вход 11 с помощью распределителя 5 сверху на насадочную секцию 2 подается вода, а по первому трубопроводу 29 через вход 12 с помощью распределителя 6 -охлажденная аммиачная вода собственной выработки. За счет подачи воды и охлажденной аммиачной воды собственной выработки на верхнюю насадочную секцию 2 происходит полное поглощение поступающего в секцию аммиака с образованием аммиачной воды, которая собирается на глухой коллекторной тарелке 7 и выводится из установки через выход 13 по следующим направлениям и со следующими целями:

- после охлаждения в холодильнике 17 подается на верхний слой верхней насадочной секции 2 в качестве верхнего циркуляционного орошения через вход 12 и распределитель 6 для поддержания температурного режима в верхней насадочной секции 2;
- после охлаждения в холодильнике 18 подается на верхний слой нижней насадочной секции 3 через вход 10 и распределитель 4 в качестве абсорбента кислых газов и меркаптанов для очистки аммиака, поступающего на абсорбцию в верхнюю часть аппарата через газопход 8 на глухой тарелке 7;
- выводится на сторону из абсорбера 1 как целевой продукт по трубопроводу 32 для дальнейшего использования.

Насадочные секции 2 и 3 представляют собой конструктивно оформленные секции абсорбера, основными элементами которых являются массообменные устройства различного типа и конструкции (регулярная или насыпная насадка), выполненные из различных материалов (металла, пластмассы, керамики и др.), химически и коррозионно-стойких по отношению к активным компонентам среды.

Для контроля качества получаемой аммиачной воды и ее концентрации на трубопроводе 32 вывода аммиачной воды (на участке трубопровода до соответствующих отборов аммиачной воды в первый трубопровод 29 подачи аммиачной воды на орошение верхней насадочной секции 2 и в второй трубопровод 30 подачи аммиачной воды на орошение нижней насадочной секции 3) расположен поточный анализатор 19, по показаниям которого (измеряется концентрация аммиачной воды и содержание примесей - сульфидной серы, карбонатов и меркаптидов - продуктов

поглощения кислых газов аммиачной водой) осуществляется регулирование процесса. При наличии (превышении содержания) в аммиачной воде контролируемых примесей увеличивается расход аммиачной воды с глухой коллекторной тарелки 7 на нижнюю насадочную секцию 3 за счет открытия второго регулирующего клапана 23. В случае

5 снижения концентрации аммиака в полученной аммиачной воде до величины менее 25% масс., происходит уменьшение подачи воды, направляемой по трубопроводу 28 на верхнюю насадочную секцию 2, за счет закрытия первого регулирующего клапана 20, расположенного на линии подачи воды 28.

Температура верха абсорбера 1 контролируется по показаниям датчика температуры

10 (термопары) 22, расположенного в верхней части абсорбера 1 над верхней насадочной секцией 2, и поддерживается на уровне не более 40-50°C изменением расхода аммиачной воды третьим регулирующим клапаном 21.

Давление в абсорбере 1 поддерживается на уровне 1-3 кг/см² (изб.) за счет подачи в абсорбер 1 по трубопроводу 31 через вход 14 инертного газа (азота) по показанию

15 датчика давления 24, расположенного над верхней насадочной секцией 2 абсорбера 1. При превышении давления в абсорбере 1 выше указанных параметров за счет открытия пятого регулирующего клапана 25 происходит сброс избытка газов через выход 16 по трубопроводу 34 в закрытую факельную систему (во избежание попадания

загрязняющих веществ в атмосферу).

20 Пример реализации предлагаемого изобретения представлен в Таблицах 1-3. Из примера следует, что предлагаемая установка позволяет получить аммиачную воду высокой степени чистоты требуемой концентрации из «грязного» газообразного аммиака, содержащего посторонние примеси в одном аппарате-абсорбере колонного типа.

25 Установка очистки аммиаксодержащего газа и получения аммиачной воды

Таблица 1

Параметры технологического режима

Параметр	ед. изм.	Значение
Давление верха абсорбера	кг/см ² (изб.)	1,0
Температура верха абсорбера	°C	48
Температура входящего аммиаксодержащего газа	°C	90
Температура подачи аммиачной воды на верхнюю секцию	°C	35
Температура подачи аммиачной воды на нижнюю секцию	°C	44
Расход аммиачной воды, подаваемой на верхнюю насадочную секцию	м ³ /ч	30
Расход аммиачной воды, подаваемой на нижнюю насадочную секцию	м ³ /ч	1,5

Таблица 2

Материальный баланс процесса

5	Вход:	кг/ч
	- аммиаксодержащий газ	713
	- вода на верхнюю секцию	1700
10	ИТОГО:	2413
	Выход:	
	- аммиачная вода	950
15	- загрязненный поток	1463
	ИТОГО:	2413

Установка очистки аммиаксодержащего газа и получения аммиачной воды

Таблица 3

Состав сырья и продуктов:

25	Аммиаксодержащий газ:	% масс.
	- аммиак	68,6
	- сероводород	3,4
	- вода	28,0
30		
	Аммиачная вода	
	- аммиак	25,7
35	- сероводород	0,0
	- вода	74,3
40	Загрязненный поток	
	- аммиак	16,6
	- сероводород	1,7
45	- вода	81,7

(57) Формула изобретения

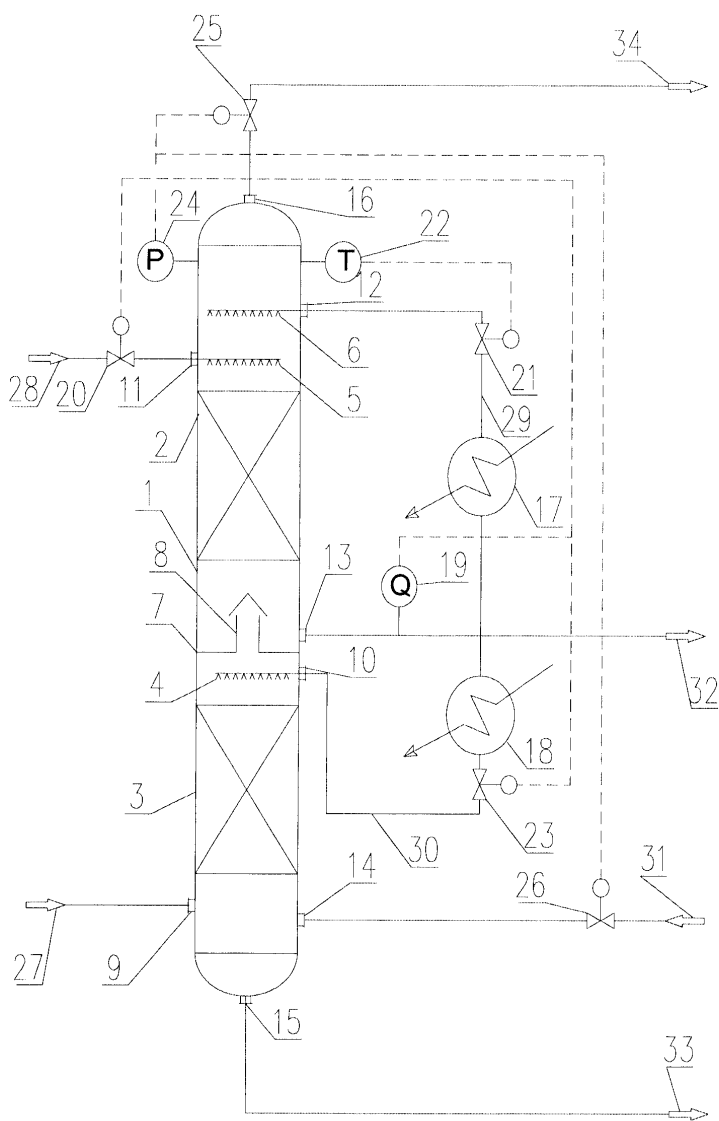
1. Установка очистки аммиаксодержащего газа и получения аммиачной воды,

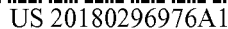
состоящая из абсорбера, первого и второго холодильников, трубопроводов подачи аммиаксодержащего газа, воды и аммиачной воды, а также трубопровода отвода аммиачной воды, отличающаяся тем, что абсорбер выполнен из двух насадочных секций, разделенных глухой коллекторной тарелкой, снабженной газоходом,

5 трубопровод подачи аммиаксодержащего газа соединен с нижней частью абсорбера, под нижней насадочной секцией, трубопровод подачи воды и первый трубопровод подачи аммиачной воды соединены с верхней частью абсорбера, над верхней насадочной секцией, а второй трубопровод подачи аммиачной воды соединен с центральной частью абсорбера, между глухой коллекторной тарелкой и нижней насадочной секцией, на
10 первом и втором трубопроводах подачи аммиачной воды установлен соответственно первый и второй холодильники, входы которых соединены с трубопроводом отвода аммиачной воды, при этом на трубопроводе подачи воды и втором трубопроводе подачи аммиачной воды установлены первый и второй регулирующие клапаны, обеспечивающие изменение расхода подаваемой в абсорбер, соответственно, воды и
15 аммиачной воды по сигналу поточного анализатора, установленного на трубопроводе отвода аммиачной воды, на первом трубопроводе подачи аммиачной воды установлен третий регулирующий клапан, обеспечивающий изменение расхода подаваемой в абсорбер аммиачной воды по сигналу от датчика температуры, установленного в верхней части абсорбера.

20 2. Установка по п.1, отличающаяся тем, что в верхней части абсорбера установлен датчик давления, связанный с четвертым регулирующим клапаном, установленным на трубопроводе подачи инертного газа в нижнюю часть абсорбера, а также с пятым регулирующим клапаном, установленным на трубопроводе вывода сбросного газа с
25
30
35
40
45

Установка очистки аммиакосодержащего газа
и получения аммиачной воды



(12) **Patent Application Publication**
Li et al.

(10) **Pub. No.: US 2018/0296976 A1**
(43) **Pub. Date: Oct. 18, 2018**

I/00 (2013.01); *B01D 2251/602* (2013.01);
B01D 2251/604 (2013.01); ***B01D 53/96***
 (2013.01)

(57) **ABSTRACT**

Provided is a renewable high efficient desulfurization process using a suspension bed, comprising mixing the desulfurization slurry with a hydrogen sulfide containing gas to obtain a first mixture, and passing the first mixture into a suspension bed reactor from bottom to top, with controlling the first mixture to have a dwell time of 5-60 minutes in the suspension bed reactor to allow they contact and react sufficiently with each other; and subjecting a second mixture obtained from the reaction to gas liquid separation to produce a rich solution and a purified gas, feeding the purified gas into a fixed bed reactor for carrying out a second desulfurization to obtain a second purified gas, subjecting the resulting rich solution to flash evaporation and then reacting with an oxygen-containing gas for carrying out regeneration. The process may reduce the sulfur content in the hydrogen sulfide containing gas from 2.4-140 g/Nm³ to 50 ppm or less by using a suspension bed, and further reduce the sulfur content to less than 10 ppm in conjunction with a fixed bed. The invention achieves high efficient desulfurization by combining the suspension bed with the fixed bed connected in series. The present invention has high regeneration efficiency, and the barren solution may be recycled for being used as the desulfurization slurry, without generating secondary pollution, which is very suitable for industrial promotion.

(22) Filed: **Jan. 3, 2018**

Apr. 12, 2017 (CN) 201710236219.5

(51) **Int. Cl.**

C01B 17/05 (2006.01)

B01D 53/52 (2006.01)

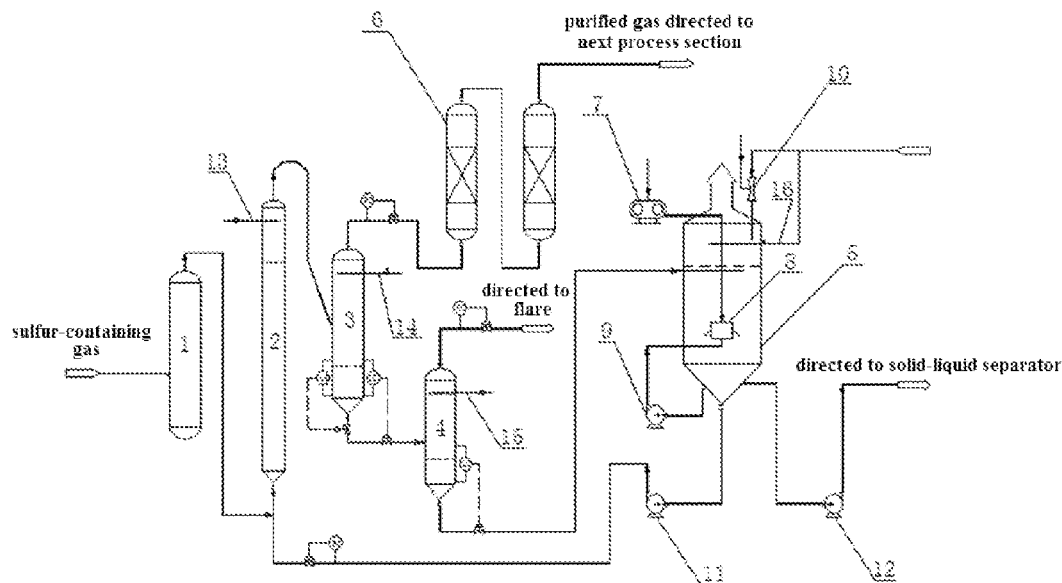
B01D 53/96 (2006.01)

B01D 1/00 (2006.01)

U.S. Cl.

CDC

CPC **B01D 53/80** (2013.01); **C01B 17/05**
(2013.01); **C10L 3/103** (2013.01); **B01D 53/52**
(2013.01); **B01D 2257/304** (2013.01); **B01D**



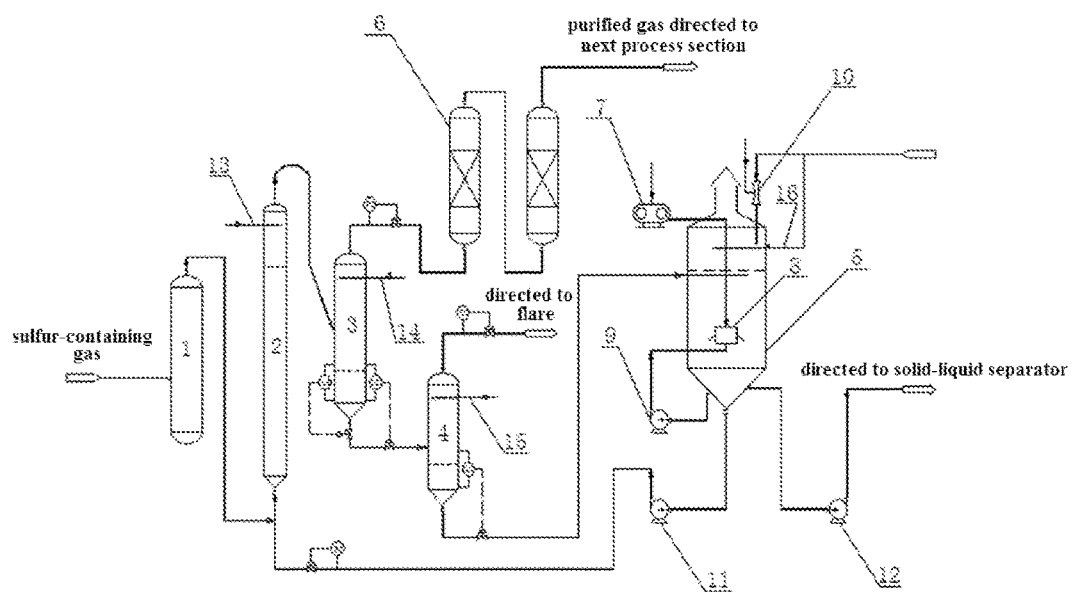


Figure 1

RENEWABLE HIGH EFFICIENT DESULFURIZATION PROCESS USING A SUSPENSION BED

TECHNICAL FIELD

[0001] The present invention relates to the field of desulfurization technology, and more particularly to a renewable high efficient desulfurization process using a suspension bed and a fixed bed and a method for regenerating the rich solution thereof.

BACKGROUND

[0002] The removal of H_2S is involved in many occasions such as the deep processing and comprehensive utilization of coal, the exploitation of oil and gas, petroleum refining and petrochemical production. Currently, the industrial desulfurization method is divided into two kinds: dry desulfurization process and wet desulfurization process.

[0003] Dry desulfurization process and the regeneration method thereof employs solid adsorbent to remove the hydrogen sulfide and organic sulfur in the gas, which is simple and reliable in operation and has a relatively high degree of desulfurization. Dry desulfurization process is suitable for the treatment of a gas having low hydrogen sulfide content, and is often used for fine desulfurization. Iron oxide is a commonly used desulfurizer for dry desulfurization process, while other kinds of desulfurizers, such as activated carbon, molecular sieve, manganese oxide, zinc oxide, etc., are seldom used due to high cost.

[0004] Wet desulfurization process and the regeneration method thereof can be divided into physical absorption method, chemical absorption method and oxidation reduction method according to the solution absorption and regeneration method. Wet desulfurization process has large treatment capacity and continuous operation, suitable for the situation where there are large quantity of gas to be treated with high hydrogen sulfide content. The physical absorption method is mainly the low-temperature methanol method developed by the Linde Group and Lurgi Corporation in the early 1950s, and this method has high gas purification degree, can allow selective absorption of CO_2 , H_2S and separate removal and regeneration process thereof. However, the toxicity of methanol causes difficulties to the operation and maintenance. Chemical absorption methods mainly include monoethanolamine (MEA) method, N-methyldiethanolamine (MDEA) method and sulfone amine method, among which the monoethanolamine (MEA) method and MDEA desulfurization method are widely used in refinery gas and natural gas purification plant, and the sulfone amine method is mainly used for natural gas desulfurization industry, and is particularly effective for the removal of organic sulfides. Oxidation and reduction method is mainly used for the desulfurization of coke oven gas, and it mainly includes PDS method, tannin extract method, ADA method and modified ADA method. Oxidation and reduction method for desulfurization has low sour gas loading, large required solution circulation and high operation costs, and furthermore, the desulfurization waste liquid will produce secondary sewage and other problems.

[0005] In summary, among the existing desulfurization processes and regeneration methods, the amine method has annual desulfurization amount of more than 10,000 tons, and the dry desulfurization method has annual desulfurization

amount of tens of tons to hundreds of tons commonly. For example, Chinese patent application document with a publication number of CN1307926A discloses a dry desulfurization process for flue gas using a circulating suspension bed and the regeneration method thereof, characterized by using a desulfurizer prepared by mixing dry lime, fly ash separated from a dust collector and water according to a certain proportion. The obtained desulfurizer has a certain activity and moisture content (8~15%). The flue gas is injected into an absorption tower of the circulating suspension bed from the bottom thereof via a low resistance flue gas jet mechanism, and meanwhile atomized cooling water and the desulfurizer are separately sprayed into the lower part and the bottom of absorption tower of the circulating suspension bed. Most of the desulfurizer is circulated in the tower with an internal separation unit provided at the upper portion of the absorption tower of the suspension bed, and unreacted desulfurizer bed material leaving with the flue gas is separated through a gas-solid separation device provided outside the suspension bed and is sent back to the bed, thereby ensuring the utilization of the calcium-based desulfurizer. This method has overcome the drawbacks that the mortar pipeline are prone to fouling and clogging and flow resistance of flue gas is high and thus the costs is high for the system operation and maintenance when the lime slurry is directly used as the desulfurizer.

[0006] However, the "suspension bed" used in the above technique is actually a "fluidized bed", wherein the solid desulfurizer is suspended in the flue gas flowing from bottom to up. It is well known that the distribution of solid particles in the bed is inhomogeneous in such a gas-solid fluidized bed, and the bed presents a two-phase structure, wherein one phase is a continuous phase with a relatively uniform distribution of particle concentration and porosity distribution close to the initial fluidized state, and the other phase is a discontinuous bubble phase that carries a small amount of particles moving upward through the bed. The excess amount of gas required for the initial fluidization gathers to form bubbles which moves upwards and gets ruptured on the bed surface to throw the particles to the space above the bed, which will result in large fluctuations of the bed interface and fluctuations of pressure drop. More unfavorably, the gas passing quickly through the bed in the form of bubbles has very little contact with the particles, while the gas in the continuous phase have a long contacting time with the particles due to the low velocity of gas, therefore resulting in nonuniform gas-solid contact, so the desulfurization efficiency of the above fluidized bed process can hardly meet the industrial requirements. Therefore, in view of small and medium-sized desulfurization projects, it is urgent to find a desulfurization process and regeneration method which have high desulfurization efficiency, simple operation, no secondary pollution, small occupation of land and low cost.

SUMMARY OF THE INVENTION

[0007] The present invention is designed to overcome the defects of low desulfurization efficiency, complicated process and equipment of the existing desulfurization process and the regeneration method thereof, and further to provide a renewable high efficient desulfurization process using a suspension bed with high desulfurization efficiency, simple

process and low equipment investment. The process can convert hydrogen sulfide in a feed gas directly into sulfur without secondary pollution.

[0008] For this purpose, the above-mentioned object of the present invention is achieved by the following technical solutions:

[0009] In one aspect, the present invention provides a renewable high efficient desulfurization process using a suspension bed, characterized by comprising the following steps:

[0010] (1), mixing a desulfurizer with water uniformly to prepare a desulfurization slurry;

[0011] (2), mixing the desulfurization slurry with a hydrogen sulfide containing gas to obtain a first mixture, and passing the first mixture into a suspension bed reactor from bottom to top, with controlling the first mixture to have a dwell time of 5-60 minutes in the suspension bed reactor to allow the desulfurization slurry to contact and react sufficiently with the hydrogen sulfide containing gas;

[0012] (3), discharging a second mixture from the top of the suspension bed reactor, and subjecting the second mixture to gas liquid separation to produce a rich solution and a purified gas;

[0013] (4), feeding the purified gas into a fixed bed reactor for carrying out a second desulfurization to obtain a second purified gas; and

[0014] (5), subjecting the rich solution to flash evaporation and then reacting with an oxygen-containing gas to realize regeneration to produce a barren solution which is then recycled to the Step (2) for being used as the desulfurization slurry.

[0015] Preferably, in step (1), the desulfurizer has a particle size of no greater than 20 μm .

[0016] Preferably, the desulfurizer is selected from a group consisting of amorphous iron oxide hydroxide, iron oxide, iron hydroxide or any mixture thereof.

[0017] Preferably, the desulfurization slurry has a desulfurizer concentration of 1-5 wt %, preferably 2-3 wt %.

[0018] Preferably, the hydrogen sulfide containing gas is selected from a group consisting of biogas, coke oven gas, oilfield associated gas, natural gas, petrochemical gas or any mixture thereof.

[0019] Preferably, the suspension bed reactor has an empty tower gas velocity of 0.03-0.3 m/s, preferably 0.05-0.2 m/s.

[0020] Preferably, there is one suspension bed reactor, or at least two suspension bed reactors connected in series and/or in parallel.

[0021] Preferably, the process further comprises pre-treating the hydrogen sulfide containing gas to remove heavy components above C5 in prior to mixing the hydrogen sulfide containing gas with the desulfurization slurry in the Step (2).

[0022] Preferably, in step (4), the fixed bed reactor comprises a desulfurizer selected from a group consisting of amorphous iron oxide hydroxide, iron oxide, iron hydroxide, copper oxide, zinc oxide, and any mixture thereof.

[0023] Preferably, the fixed bed reactor has a gas flow rate of from 1 to 20 m/s.

[0024] Preferably, the flash evaporation has a pressure drop of 0.1-0.4 MPa in the step (5).

[0025] Preferably, the oxygen-containing gas has an actual introduction amount which is 5-15 times of a theoretical consumption amount thereof, and the regeneration lasts for a period of 30-60 minutes.

[0026] Preferably, at least a part of the rich solution is replaced with fresh desulfurization slurry when the rich solution reaches a sulfur capacity of 300% or more; and wherein the replaced part of the rich solution is subjected to solid-liquid separation to produce solid sulfur and a liquid phase, wherein the solid sulfur is delivered out and the liquid phase is returned to an oxidation regeneration tank for being used as a recycling supplementary moisture.

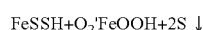
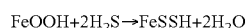
[0027] The suspension bed reactor of the present invention adopts empty tube structure, full tank operation, without controlling the liquid level.

[0028] The technical solution of the present invention has the following advantages:

[0029] 1. The renewable high efficient desulfurization process of the present invention comprises mixing the desulfurization slurry with a hydrogen sulfide containing gas to obtain a first mixture, and passing the first mixture into a suspension bed reactor from bottom to top wherein the desulfurization slurry contacts and reacts sufficiently with the hydrogen sulfide containing gas during a dwell time of 5-60 minutes to produce a second mixture, i.e. a gas-solid-liquid three-phase mixture, in the suspension bed reactor; and subjecting the second mixture to gas liquid separation to produce a rich solution and a purified gas, feeding the purified gas into a fixed bed reactor for carrying out a second desulfurization to obtain a second purified gas, subjecting the resulting rich solution to flash evaporation and then reacting with an oxygen-containing gas for carrying out regeneration. The process of the present invention may reduce the hydrogen sulfide content in the hydrogen sulfide containing gas from 2.4-140 g/Nm³ to 50 ppm or less, so that the desulfurization efficiency of the suspension bed is 98% or more. The sulfur content can be further reduced to less than 10 ppm in conjunction with a fixed bed. The invention achieves high efficient desulfurization by combining the crude desulfurization of the suspension bed with fine desulfurization of the fixed bed connected in series. The present invention may achieve regeneration of a spent desulfurizer by reacting an oxygen-containing gas with the rich solution, and the regeneration efficiency is as high as 65%-83%, and the barren solution may be recycled for being used as the desulfurization slurry, without generating secondary pollution. Therefore, the process of the present invention is simple and reasonable, with high desulfurization and regeneration efficiency, simple equipment, little occupation of land and low investment, which is very suitable for industrial promotion.

[0030] 2. The renewable high efficient desulfurization process of the present invention employs amorphous iron oxide hydroxide as the desulfurizer, which has low price, high sulfur capacity and long switching period and is easy to be regenerated, so that the invention has low investment and low operation cost.

[0031] The principle of desulfurization and regeneration of amorphous iron oxide hydroxide is:



[0032] The above desulfurization and regeneration constitute a cycle, through which H₂S is oxidized to elemental

sulfur, and amorphous iron oxide hydroxide just plays a role of catalyst, having no consumption itself. Desulfurization with iron oxide hydroxide has an important feature, that is, H_2S is removed not in the form of molecules by the iron oxide hydroxide. The desulfurization process is very rapid, because H_2S is firstly dissociated into HS^- and S^{2-} ions in the water film on the surface of iron oxide, then the HS^- and S^{2-} ions proceed with ion exchange with the lattice oxygen (O^{2-}) and the lattice hydroxyl (OH^-) in the iron oxide hydroxide.

[0033] 3. The renewable high efficient desulfurization process of the present invention comprises pretreating the hydrogen sulfide containing gas to remove heavy components above C5, in order to prevent occurrence of foaming. Foaming may be caused by introduction of heavy components above C5 into the subsequent system, thereby causing the increase of gas pressure drop at the time of regeneration, further affecting the regeneration effect.

[0034] 4. The renewable high efficient desulfurization process of the present invention comprises subjecting the rich solution to flash evaporation to remove light hydrocarbons contained therein, thereby avoiding dangers of fire or explosion which may be caused due to introduction of the light hydrocarbons into the oxidation regeneration process.

[0035] 5. The renewable high efficient desulfurization process of the present invention comprises replacing at least a part of the rich solution with fresh desulfurization slurry when the rich solution reaches a sulfur capacity of 300% or more, i.e. reaching subsaturation and saturation, thereby ensuring the desulfurization efficiency. The replaced part of the rich solution is subjected to solid-liquid separation to produce solid sulfur and a liquid phase, wherein the solid sulfur is mainly coarse sulfur, which can be sold as a product, thereby reducing the cost of desulfurization, and the liquid phase is returned to an oxidation regeneration tank for being used as a recycling supplementary moisture, which is conducive to improve the utilization of water resources.

BRIEF DESCRIPTION OF THE DRAWINGS

[0036] The above and other features of the present invention or the technical solutions in the prior art will now be described in detail with reference to certain example embodiments thereof illustrated in the accompanying drawings. It should be understood that the embodiments and drawings are given hereinbelow by way of illustration only, and thus are not limitative of the present invention, and apparent modifications can be made by those skilled in the art without paying any creative work, and wherein:

[0037] FIG. 1 is a flow chart of Embodiment 3 showing a renewable high efficient desulfurization process using a suspension bed, and wherein:

[0038] The reference numerals are as follows:

[0039] 1-coalescer; 2-suspension bed reactor; 3- gas liquid separation tank; 4- flash evaporation tank; 5-oxidation regeneration tank; 6-fixed bed reactor; 7-blower; 8-aerator; 9-aeration pump; 10-venturi mixer; 11- barren solution pump; 12- saturated slurry pump; 13- first sprinkler means; 14-second sprinkler means; 15-third sprinkler means; 16-fourth sprinkler means.

DETAILED DESCRIPTION OF EMBODIMENTS

[0040] The technical solution of the present invention will now be described in detail with reference to the accompa-

nying drawings. Obviously, the described embodiments are exemplary embodiments of the invention, rather than all embodiments. Based on embodiments in the present invention, all other embodiments obtained by those skilled in the art without making creative work are within the scope of the present invention.

[0041] In the description of the present invention, unless otherwise expressly stated and defined, the terms “connected” and “connected” should be broadly understood, for example, it may be a fixed connection, a detachable connection or an integral connection; it may be either directly connected or indirectly connected through an intermediate medium, or may be an internal communication between the two elements. It will be apparent to those skilled in the art that the specific meaning of the above terms in the present invention may be understood depending on the actual situation. In addition, the technical features described in different embodiments of the present invention described below may be recombined with each other as long as they do not form a conflict with each other.

[0042] In the following embodiments, the desulfurization efficiency of the suspension bed=(total mass of hydrogen sulfide in a feed gas-mass of hydrogen sulfide in the gas after the desulfurization with the suspension bed)/the total mass of the hydrogen sulfide in the feed gas; regeneration efficiency=mass of sulfur/(mass of the catalyst+mass of sulfur).

Embodiment 1

[0043] The renewable high efficient desulfurization process using a suspension bed provided by the present embodiment comprises the following steps:

[0044] (1) mixing magnetism ferric oxide having a particle size of 1-20 μm with water uniformly to prepare a desulfurization slurry having a concentration of 1 wt %;

[0045] (2) mixing a biogas having a H_2S content of 71.2 g/ Nm^3 with the desulfurization slurry to obtain a first mixture, and passing the first mixture into a first suspension bed reactor having an empty tower gas velocity of 0.3 m/s from bottom to top, and controlling the first mixture to have a dwell time of 5-7 min in the first suspension bed reactor, then discharging a second mixture from the top of the first suspension bed reactor, and passing the second mixture into a second suspension bed reactor having an empty tower gas velocity of 0.3 m/s from the bottom thereof, and controlling the second mixture to have a dwell time of 5 minutes in the second suspension bed reactor, such that the biogas contacts and reacts sufficiently with desulfurization slurry in the two suspension bed reactors connected in series;

[0046] (3) discharging a gas-solid-liquid three-phase mixture from the top of the second suspension bed reactor and subjecting the mixture to gas liquid separation to produce a rich solution and a purified gas, wherein the purified gas was determined to have a H_2S content of 45 ppm;

[0047] (4) feeding the purified gas into a fixed bed reactor filled with iron hydroxide as desulfurizer for carrying out a second desulfurization, with keeping a gas flow rate of 3 m/s in the fixed bed reactor, to obtain a second purified gas which was determined to have a H_2S content of 8 ppm;

[0048] (5) feeding the rich solution into a flash evaporation tank having a pressure drop of 0.2 MPa for undergoing flash evaporation to remove light hydrocarbon, and then feeding the rich solution into a regeneration tank for undergoing reaction with air for 50 minutes, wherein the intro-

duction amount of air during the reaction is 10 times of a theoretical consumption amount thereof, to produce a barren solution, wherein the regeneration efficiency is 72%; and the barren solution is then recycled to the Step (2) for being used as the desulfurization slurry.

Embodiment 2

[0049] The renewable high efficient desulfurization process using a suspension bed provided by the present embodiment comprises the following steps:

[0050] (1) mixing the ferric hydroxide with a particle size of 5-15 μm with water uniformly to prepare a desulfurization slurry having a concentration of 2 wt %;

[0051] (2) mixing coke oven gas having a H_2S content of 2.4 g/Nm^3 with the desulfurization slurry to obtain a first mixture, and passing the first mixture into a suspension bed reactor with an empty tower gas velocity of 0.15 m/s from bottom to top, and controlling the first mixture to have a dwell time of 6-8 minutes in the suspension bed reactor to allow the coke oven gas contacts and reacts sufficiently with the desulfurization slurry;

[0052] (3) discharging a gas-solid-liquid three-phase mixture from the top of the suspension bed reactor and subjecting the mixture to gas liquid separation to produce a rich solution and a purified gas, wherein the purified gas was determined to have a H_2S content of 50 ppm;

[0053] (4) feeding the purified gas into a fixed bed reactor filled with magnetic iron oxide as desulfurizer for carrying out a second desulfurization, with keeping a gas flow rate of 6 m/s in the fixed bed reactor, to obtain a second purified gas which was determined to have a H_2S content of 3 ppm;

[0054] (5) feeding the rich solution into a flash evaporation tank having a pressure drop of 0.15 MPa for undergoing flash evaporation to remove the light hydrocarbon, and then feeding the rich solution into a regeneration tank for undergoing reaction with air for 45 minutes to realize regeneration to produce a barren solution, wherein the introduction amount of air during the reaction is 12.5 times of a theoretical consumption amount thereof. It has been determined that the regeneration efficiency is 83%. The barren solution is then recycled to the Step (2) for being used as the desulfurization slurry.

Embodiment 3

[0055] As shown in FIG. 1, the renewable high efficient desulfurization process using a suspension bed provided by the present embodiment comprises the following steps:

[0056] (1) mixing amorphous iron oxide hydroxide having a particle size of 5-20 μm with water uniformly to prepare a desulfurization slurry having a concentration of 2.5 wt %;

[0057] (2) feeding a natural gas having a H_2S content of 140 g/Nm^3 into a coalescer tank to remove heavy components above C5, and mixing the natural gas discharged from the coalescer tank with the desulfurization slurry to obtain a first mixture, and passing the first mixture into a suspension bed reactor having an empty tower gas velocity of 0.2 m/s from bottom to top, and controlling the first mixture to have a dwell time of 30-35 minutes in the suspension bed reactor such that the natural gas contacts and reacts sufficiently with the desulfurization slurry;

[0058] (3) discharging a gas-solid-liquid three-phase mixture from the top of the suspension bed reactor, and subjecting the mixture to gas liquid separation to produce a rich

solution and a purified gas, wherein the purified gas was determined to have a H_2S content of 41 ppm;

[0059] (4) feeding the purified gas into a fixed bed reactor filled with amorphous iron oxide hydroxide as desulfurizer for carrying out a second desulfurization, with keeping a gas flow rate of 1.8 m/s in the fixed bed reactor, to obtain a second purified gas which was determined to have a H_2S content of 3 ppm;

[0060] (5) feeding the rich solution into a flash evaporation tank having a pressure drop of 0.17 MPa for undergoing flash evaporation to remove light hydrocarbon, and then feeding the rich solution into a regeneration tank for undergoing reaction with air for 55 minutes, wherein the introduction amount of air during the reaction is 11 times of a theoretical consumption amount thereof, to produce a barren solution, wherein the regeneration efficiency is 78%; and the barren solution is then recycled to the Step (2) for being used as the desulfurization slurry;

[0061] replacing half of the rich solution in the regeneration tank with fresh desulfurization slurry when the rich solution reaches a sulfur capacity of 300%, considered as saturated, and subjecting the replaced rich solution to solid-liquid separation to produce solid sulfur and a liquid phase, wherein the solid sulfur is delivered out and the liquid phase is returned to the oxidation regeneration tank for being used as a recycling supplementary moisture.

Embodiment 4

[0062] As shown in FIG. 1, the renewable high efficient desulfurization process using a suspension bed provided by the present embodiment comprises the following steps:

[0063] (1) mixing amorphous iron oxide hydroxide having a particle size of 1-20 μm with water uniformly to prepare a desulfurization slurry having a concentration of 3 wt %;

[0064] (2) feeding an oilfield associated gas having a H_2S content of 108 g/Nm^3 into a coalescer tank to remove heavy components above C5, and mixing the oilfield associated gas discharged from the coalescer tank with the desulfurization slurry to obtain a first mixture, and passing the first mixture into a suspension bed reactor having an empty tower gas velocity of 0.05 m/s from bottom to top, and controlling the first mixture to have a dwell time of 20 minutes in the suspension bed reactor such that the oilfield associated gas contacts and reacts sufficiently with the desulfurization slurry;

[0065] (3) discharging a gas-solid-liquid three-phase mixture from the top of the suspension bed reactor, and subjecting the mixture to gas liquid separation to produce a rich solution and a purified gas, wherein the purified gas was determined to have a H_2S content of 43 ppm;

[0066] (4) feeding the purified gas into a fixed bed reactor filled with amorphous iron oxide hydroxide as desulfurizer for carrying out a second desulfurization, with keeping a gas flow rate of 4 m/s in the fixed bed reactor, to obtain a second purified gas which was determined to have a H_2S content of 5 ppm;

[0067] (5) feeding the rich solution into a flash evaporation tank having a pressure drop of 0.23 MPa for undergoing flash evaporation to remove light hydrocarbon, and then feeding the rich solution into a regeneration tank for undergoing reaction with air for 50 minutes, wherein the introduction amount of air during the reaction is 15 times of a theoretical consumption amount thereof, to realize regen-

eration to produce a barren solution, wherein the regeneration efficiency is 66%; and the barren solution obtained by regeneration is then recycled to the Step (2) for being used as the desulfurization slurry;

[0068] replacing all of the rich solution in the regeneration tank with fresh desulfurization slurry when the rich solution reaches a sulfur capacity of 300%, considered as saturated, and subjecting the replaced rich solution to solid-liquid separation to produce solid sulfur and a liquid phase, wherein the solid sulfur is delivered out and the liquid phase is returned to the oxidation regeneration tank for being used as a recycling supplementary moisture.

Embodiment 5

[0069] As shown in FIG. 1, the renewable high efficient desulfurization process using a suspension bed provided by the present embodiment comprises the following steps:

[0070] (1) mixing amorphous iron oxide hydroxide having a particle size of 10-15 μm with water uniformly to prepare a desulfurization slurry with a concentration of 5 wt %;

[0071] (2) feeding a petrochemical gas having a H_2S content of 35 g/Nm^3 into a coalescer tank to remove heavy components above C5, and mixing the petrochemical gas discharged from the coalescer tank with the desulfurization slurry to obtain a first mixture, and passing the first mixture into a suspension bed reactor having an empty tower gas velocity of 0.3 m/s from bottom to top, and controlling the first mixture to have a dwell time of 40 minutes in the suspension bed reactor such that the petrochemical gas contacts and reacts sufficiently with the desulfurization slurry;

[0072] (3) discharging a gas-solid-liquid three-phase mixture from the top of the suspension bed reactor, and subjecting the mixture to gas liquid separation to produce a rich solution and a purified gas, wherein the purified gas was determined to have a H_2S content of 46 ppm;

[0073] (4) feeding the purified gas into a fixed bed reactor filled with amorphous iron oxide hydroxide as desulfurizer for carrying out a second desulfurization, with keeping a gas flow rate of 5 m/s in the fixed bed reactor, to obtain a second purified gas which was determined to have a H_2S content of 4 ppm;

[0074] (5) feeding the rich solution into a flash evaporation tank having a pressure drop of 0.3 MPa for undergoing flash evaporation to remove light hydrocarbon, and then feeding the rich solution into a regeneration tank for undergoing reaction with air for 60 minutes, wherein the introduction amount of air during the reaction is 13 times of a theoretical consumption amount thereof, to produce a barren solution, wherein the regeneration efficiency is 81%; and the barren solution is then recycled to the Step (2) for being used as the desulfurization slurry;

[0075] replacing all of the rich solution in the regeneration tank with fresh desulfurization slurry when the rich solution reaches a sulfur capacity of 300%, considered as saturated, and subjecting the replaced rich solution to solid-liquid separation to produce solid sulfur and a liquid phase, wherein the solid sulfur is delivered out and the liquid phase is returned to the oxidation regeneration tank for being used as a recycling supplementary moisture.

Embodiment 6

[0076] As shown in FIG. 1, the renewable high efficient desulfurization process using a suspension bed provided by the present embodiment comprises the following steps:

[0077] (1) mixing amorphous iron oxide hydroxide having a particle size of 10-15 μm with water uniformly to prepare a desulfurization slurry having a concentration of 1.5 wt %;

[0078] (2) feeding a petrochemical gas having a H_2S content of 123 g/Nm^3 into a coalescer tank to remove heavy components above C5, and mixing the petrochemical gas discharged from the coalescer tank with the desulfurization slurry to obtain a first mixture, and passing the first mixture into a suspension bed reactor having an empty tower gas velocity of 0.1 m/s from bottom to top, and controlling the first mixture to have a dwell time of 10-15 minutes in the suspension bed reactor such that the petrochemical gas contacts and reacts sufficiently with the desulfurization slurry;

[0079] (3) discharging a gas-solid-liquid three-phase mixture from the top of the suspension bed reactor, and subjecting the mixture to gas liquid separation to produce a rich solution and a purified gas, wherein the purified gas was determined to have a H_2S content of 48 ppm;

[0080] (4) feeding the purified gas into a fixed bed reactor filled with zinc oxide as desulfurizer for carrying out a second desulfurization, with keeping a gas flow rate of 10 m/s in the fixed bed reactor, to obtain a second purified gas which was determined to have a H_2S content of 8 ppm;

[0081] (5) feeding the rich solution into a flash evaporation tank having a pressure drop of 0.1 MPa for undergoing flash evaporation to remove light hydrocarbon, and then feeding the rich solution into a regeneration tank for undergoing reaction with air for 35 minutes, wherein the introduction amount of air during the reaction process is 8 times of a theoretical consumption amount thereof, to produce a barren solution, wherein the regeneration efficiency is 65%; and the barren solution is then recycled to the Step (2) for being used as the desulfurization slurry;

[0082] replacing all of the rich solution in the regeneration tank with fresh desulfurization slurry when the rich solution reaches a sulfur capacity of 300%, considered as saturated, and subjecting the replaced rich solution to solid-liquid separation to produce solid sulfur and a liquid phase, wherein the solid sulfur is delivered out and the liquid phase is returned to the oxidation regeneration tank for being used as a recycling supplementary moisture.

Embodiment 7

[0083] As shown in FIG. 1, the renewable high efficient desulfurization process using a suspension bed provided by the present embodiment comprises the following steps:

[0084] (1) mixing amorphous iron oxide hydroxide having a particle size of 1-10 μm with water uniformly to prepare a desulfurization slurry having a concentration of 2.5 wt %;

[0085] (2) feeding a petrochemical gas having a H_2S content of 89 g/Nm^3 into a coalescer tank to remove heavy components above C5, and mixing the petrochemical gas discharged from the coalescer tank with the desulfurization slurry to obtain a first mixture, and passing the first mixture into a suspension bed reactor having an empty tower gas velocity of 0.03 m/s from bottom to top, and controlling the first mixture to have a dwell time of 50-60 minutes in the

suspension bed reactor such that the petrochemical gas contacts and reacts sufficiently with the desulfurization slurry;

[0086] (3) discharging a gas-solid-liquid three-phase mixture from the top of the suspension bed reactor, and subjecting the mixture to gas liquid separation to produce a rich solution and a purified gas, wherein the purified gas was determined to have a H_2S content of 45 ppm;

[0087] (4) feeding the purified gas into a fixed bed reactor filled with copper oxide as desulfurizer for carrying out a second desulfurization, with keeping a gas flow rate of 20 m/s in the fixed bed reactor, to obtain a second purified gas which was determined to have a H_2S content of 7.5 ppm;

[0088] (5) feeding the rich solution into a flash evaporation tank having a pressure drop of 0.4 MPa for undergoing flash evaporation to remove light hydrocarbon, and then feeding the rich solution into a regeneration tank for undergoing reaction with air for 30-40 minutes, wherein the introduction amount of air during the reaction is 5 times of a theoretical consumption amount thereof, to produce a barren solution, wherein the regeneration efficiency is 80%; and the barren solution is then recycled to the Step (2) for being used as the desulfurization slurry;

[0089] replacing all of the rich solution in the regeneration tank with fresh desulfurization slurry when the rich solution reaches a sulfur capacity of 300%, considered as saturated, and subjecting the replaced rich solution to solid-liquid separation to produce solid sulfur and a liquid phase, wherein the solid sulfur is delivered out and the liquid phase is returned to the oxidation regeneration tank for being used as a recycling supplementary moisture.

Embodiment 8

[0090] The desulfurization process provided by the above embodiments 1-7 of the present invention is carried out by using an integrated system as shown in FIG. 1. The integrated system comprises:

[0091] a suspension bed reactor 2, provided with a feed inlet at bottom thereof and a discharge outlet at top thereof, and having a first sprinkler means 13 provided therein and disposed adjacent to the discharge outlet of the suspension bed reactor 2, and the suspension bed reactor 2 being filled with a mixture of a desulfurization slurry and a hydrogen sulfide containing gas, wherein the mixture has a dwell time of 5-60 min in the suspension bed reactor; and wherein alternatively, the desulfurization apparatus of the present embodiment is not limited to comprise one suspension bed reactor, and it may comprise two or more suspension bed reactors connected in series or in parallel;

[0092] a gas liquid separation tank 3, in connection with the discharge outlet of the suspension bed reactor 2, and provided with a rich solution outlet at bottom thereof and an exhaust port at top thereof; wherein the gas liquid separation tank 3 has a second sprinkler means 14 for spraying the desulfurization slurry, and the second sprinkler means 14 is provided inside the gas liquid separation tank 3 and disposed adjacent to the exhaust port of the gas liquid separation tank 3; and wherein the gas liquid separation tank 3 is provided with a low pressure condensate water return line and a low pressure steam return line on the outer side wall thereof; wherein alternatively, the desulfurization appa-

ratus in this embodiment may comprise a plurality of gas liquid separation tanks according to the gas volume, the circulation amount of the slurry and the capacity of the equipment, etc., in order to prevent liquid from entering the fixed bed dry desulfurization unit and affecting the performance of the desulfurizer;

[0093] a fixed-bed reactor 6, connected to the exhaust port of the gas liquid separation tank 3, and provided with a purified gas outlet at the top thereof; wherein preferably, the present embodiment comprises two fixed bed reactors connected in series, to ensure smooth operation in case one of them encounters fluctuation and failure, or alternatively, comprises at least two fixed bed reactors connected in parallel;

[0094] a flash evaporation tank 4, in connection with the rich solution outlet of the gas liquid separation tank 3, and provided with a saturated liquid outlet at bottom thereof; wherein the flash evaporation tank 4 has a third sprinkler means 15 provided therein and disposed adjacent to a light hydrocarbon discharge outlet at the top of the flash evaporation tank 4;

[0095] an oxidation regeneration tank 5, in connection with the saturated liquid outlet of the flash evaporation tank 4, and provided with a barren solution outlet arranged at bottom thereof and in connection with the feed inlet of the suspension bed reactor 2; wherein the oxidation regeneration tank 5 has a fourth sprinkler means 16 provided at an upper portion thereof; and wherein the oxidation regeneration tank 5 is provided with an aerator 8 therein and a blower 7 and an aeration pump 9 in exterior thereof, wherein the blower and the aeration pump are respectively connected with the aerator 8, and the aeration pump 9 is connected with a liquid outlet in a lower portion of the oxidation regeneration tank 5;

[0096] a venturi mixer 10, having an outlet connected to a slurry inlet in an upper portion of the oxidative regeneration tank 5, and further having a desulfurizer inlet and a water inlet;

[0097] and

[0098] a solid liquid separator (not shown in the drawings), in connection with a saturated liquid outlet arranged in a lower portion of the oxidation regeneration tank 5, and provided with a water outlet which is respectively connected with a water inlet of each of the first sprinkler, the third sprinkler, the fourth sprinkler and the venturi mixer 10.

[0099] As an alternative embodiment, the present embodiment further comprises a coalescer 1 having an exhaust port communicating with the feed inlet of the suspension bed reactor 2.

[0100] When the integrated system according to the present invention is shut down, water is sprayed into the suspension bed reactor 2 by the first sprinkler means 13 in order to achieve the purpose of cleaning. In addition, the desulfurization slurry is sprayed into the gas liquid separation tank by the second sprinkler means 14, water is sprayed into the flash evaporation tank 4 by the third sprinkler means 15, and water is sprayed into the oxidation regeneration tank 5 by the fourth sprinkler means 16, all of which serve the purpose of preventing sulfur from accumulating in the liquid surface, so all of them play a role of scouring.

[0101] It is obvious that the above embodiments are given by way of illustration only, and thus are not limitative of the present invention. Those skilled in the art should understand, any equivalent alternatives derived on the basis of the present invention should be embraced within the protection scope of the present invention.

1. A renewable high efficient desulfurization process using a suspension bed, comprising the following steps:

- (1), mixing a desulfurizer with water uniformly to prepare a desulfurization slurry;
- (2), mixing the desulfurization slurry with a hydrogen sulfide containing gas to obtain a first mixture, and passing the first mixture into a suspension bed reactor from bottom to top, with controlling the first mixture to have a dwell time of 5-60 minutes in the suspension bed reactor to allow the desulfurization slurry to contact and react sufficiently with the hydrogen sulfide containing gas; and
- (3), discharging a second mixture from the top of the suspension bed reactor, and subjecting the second mixture to gas liquid separation to produce a purified gas and a rich solution;
- (4), feeding the purified gas into a fixed bed reactor for carrying out a second desulfurization to obtain a second purified gas;
- (5), subjecting the rich solution to flash evaporation and then reacting with an oxygen-containing gas to realize regeneration to produce a barren solution which is then recycled to the Step (2) for being used as the desulfurization slurry.

2. The renewable high efficient desulfurization process of claim 1, wherein, in step (1), the desulfurizer has a particle size of no greater than 20 μm , and wherein, the desulfurizer is selected from a group consisting of amorphous iron oxide hydroxide, iron oxide, iron hydroxide or any mixture thereof.

3. The renewable high efficient desulfurization process of claim 1, wherein, the desulfurization slurry has a desulfurizer concentration of 1-5 wt %, preferably 2-3 wt %.

4. The renewable high efficient desulfurization process of claim 1, wherein, the hydrogen sulfide containing gas is selected from a group consisting of biogas, coke oven gas, oilfield associated gas, natural gas, petrochemical gas or any mixture thereof.

5. The renewable high efficient desulfurization process of claim 1, wherein, the suspension bed reactor has an empty tower gas velocity of 0.03-0.3 m/s, preferably 0.05-0.2 m/s, and wherein, there is one suspension bed reactor, or

at least two suspension bed reactors connected in series and/or in parallel.

6. The renewable high efficient desulfurization process of claim 1, further comprising

pre-treating the hydrogen sulfide containing gas to remove heavy components above C5 in prior to mixing the hydrogen sulfide containing gas with the desulfurization slurry in the Step (2).

7. The renewable high efficient desulfurization process of claim 1, wherein, in step (4), the fixed bed reactor comprises a desulfurizer selected from a group consisting of amorphous iron oxide hydroxide, iron oxide, iron hydroxide, copper oxide, zinc oxide, and any mixture thereof, and wherein the fixed bed reactor has a gas flow rate of from 1 to 20 m/s.

8. The renewable high efficient desulfurization process of claim 1, wherein the flash evaporation has a pressure drop of 0.1-0.4 MPa in the step (5).

9. The renewable high efficient desulfurization process of claim 1, wherein the oxygen-containing gas has an actual introduction amount which is 5-15 times of a theoretical consumption amount thereof, and the regeneration lasts for a period of 30-60 minutes.

10. The renewable high efficient desulfurization process of claim 1, wherein at least a part of the rich solution is replaced with fresh desulfurization slurry when the rich solution reaches a sulfur capacity of 300% or more; and wherein the replaced part of the rich solution is subjected to solid-liquid separation to produce solid sulfur and a liquid phase, wherein the solid sulfur is delivered out and the liquid phase is returned to an oxidation regeneration tank for being used as a recycling supplementary moisture.

11. The renewable high efficient desulfurization process of claim 2, wherein, the desulfurization slurry has a desulfurizer concentration of 1-5 wt %, preferably 2-3 wt %.

12. The renewable high efficient desulfurization process of claim 2, wherein, the hydrogen sulfide containing gas is selected from a group consisting of biogas, coke oven gas, oilfield associated gas, natural gas, petrochemical gas or any mixture thereof.

13. The renewable high efficient desulfurization process of claim 2, wherein, the suspension bed reactor has an empty tower gas velocity of 0.03-0.3 m/s, preferably 0.05-0.2 m/s, and wherein, there is one suspension bed reactor, or at least two suspension bed reactors connected in series and/or in parallel.

14. The renewable high efficient desulfurization process of claim 2, further comprising

pre-treating the hydrogen sulfide containing gas to remove heavy components above C5 in prior to mixing the hydrogen sulfide containing gas with the desulfurization slurry in the Step (2).

15. The renewable high efficient desulfurization process of claim 2, wherein, in step (4), the fixed bed reactor comprises a desulfurizer selected from a group consisting of amorphous iron oxide hydroxide, iron oxide, iron hydroxide, copper oxide, zinc oxide, and any mixture thereof, and wherein the fixed bed reactor has a gas flow rate of from 1 to 20 m/s.

16. The renewable high efficient desulfurization process of claim 2, wherein the flash evaporation has a pressure drop of 0.1-0.4 MPa in the step (5).

17. The renewable high efficient desulfurization process of claim 2, wherein the oxygen-containing gas has an actual introduction amount which is 5-15 times of a theoretical consumption amount thereof, and the regeneration lasts for a period of 30-60 minutes.

18. The renewable high efficient desulfurization process of claim 2, wherein at least a part of the rich solution is replaced with fresh desulfurization slurry when the rich solution reaches a sulfur capacity of 300% or more; and wherein the replaced part of the rich solution is subjected to solid-liquid separation to produce solid sulfur and a liquid phase, wherein the solid sulfur is delivered out and the liquid phase is returned to an oxidation regeneration tank for being used as a recycling supplementary moisture.



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109078476 A

(43)申请公布日 2018.12.25

(21)申请号 201811219553.0

(22)申请日 2018.10.19

(71)申请人 张贞良

地址 310012 浙江省杭州市余杭区闲林街
道竹海水韵荷塘轩30-2号

(72)发明人 张贞良

(51)Int.Cl.

B01D 53/80(2006.01)

B01D 53/50(2006.01)

B01D 53/96(2006.01)

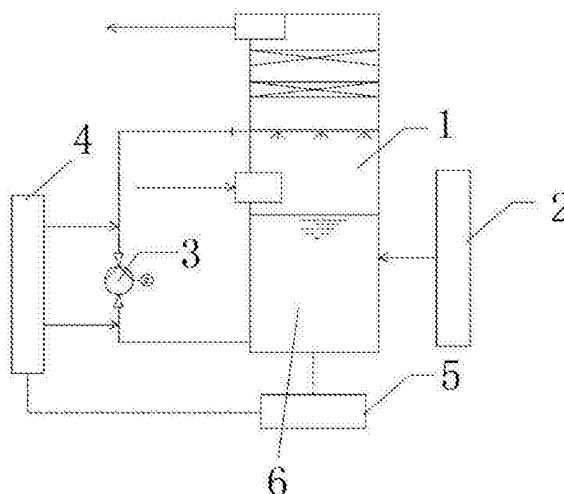
权利要求书1页 说明书5页 附图3页

(54)发明名称

一种采用双钙基脱硫剂的湿法脱硫系统及方法

(57)摘要

本发明公开了一种采用双钙基脱硫剂的湿法脱硫系统,涉及烟气脱硫技术领域,包括吸收塔、循环泵以及浆液池,所述吸收塔的顶部开设有吸收塔烟气出口,所述吸收塔的中部侧壁上开设有吸收塔烟气入口,浆液池位于吸收塔的底部,吸收塔内还设置有喷淋管,所述喷淋管与浆液池之间连接有输送管道,所述输送管道中部连接有循环泵,所述输送管道一侧还设置有PH值调节系统。本发明在达到同样脱硫效率的情况下,通过补充极少量的另一种钙基(即消石灰)浆液,大大降低锅炉机组引风机和浆液循环泵的电耗,一般可降低脱硫系统总电耗的1/5到1/3。从而明显降低燃煤发电机组的厂用电率,为发电企业提高管理水平和经济效益。



1. 一种采用双钙基脱硫剂的湿法脱硫系统,其特征在于:包括吸收塔(1)、循环泵(3)以及浆液池(6),所述吸收塔(1)的顶部开设有吸收塔烟气出口,所述吸收塔(1)的中部侧壁上开设有吸收塔烟气入口,浆液池(6)位于吸收塔(1)的底部,所述吸收塔(1)内还设置有喷淋管(7),所述喷淋管(7)与浆液池(6)之间连接有输送管道,所述输送管道中部连接有浆液循环泵(3),所述输送管道上连接有PH值调节系统。

2. 根据权利要求1所述的一种采用双钙基脱硫剂的湿法脱硫系统,其特征在于:所述PH值调节系统包括有消石灰浆液供应罐(4)以及PH值控制系统(5)。

3. 根据权利要求2所述的一种采用双钙基脱硫剂的湿法脱硫系统,其特征在于:所述消石灰浆液供应罐(4)中盛装有消石灰浆液,且消石灰浆液供应罐(4)中消石灰的重量百分浓度为1%

4. 根据权利要求2所述的一种采用双钙基脱硫剂的湿法脱硫系统,其特征在于:所述消石灰浆液供应罐(4)内设置有储存罐及计量泵,储存罐连接在计量泵的输入端,计量泵的输出端与浆液循环泵(3)的输入/输出端连接。

5. 根据权利要求2所述的一种采用双钙基脱硫剂的湿法脱硫系统,其特征在于:所述PH值控制系统(5)的型号为:P-9000,所述PH值控制系统(5)内设置有两组PH检测探头,且一组探头置入浆液池(6)的输出端,另一组探头置入喷淋管7的输出端。

6. 一种采用双钙基脱硫剂的湿法脱硫方法,其特征在于:包括如下步骤:

S1、将待脱硫的烟气引入到吸收塔烟气入口;

S2、开启浆液循环泵(3),将浆液池(6)中的浆液通过输送管道输送到喷淋管(7)处;

S3、启动PH值控制系统(5),同时检测浆液池(6)底部浆液的PH值以及喷淋管(7)输入端的PH值;

S4、PH值控制系统(5)控制消石灰浆液供应罐(4)内的计量泵,向浆液循环泵(3)的出口或者入口提供消石灰浆液,用于提高喷淋管(7)输入端的PH值;

S5、较高PH值的浆液从喷淋管(7)处向下喷淋,烟气从烟气入口处向吸收塔上端输送,烟气与浆液充分混合并产生反应;

S6、与浆液反应过后的烟气最终从吸收塔顶部的烟气出口排出。

S7、与烟气中二氧化硫反应之后的浆液重新落入浆液池中,并且此时的浆液PH值下降。

7. 根据权利要求6所述的一种采用双钙基脱硫剂的湿法脱硫方法,其特征在于:所述步骤S7中的浆液PH值控制在5.5左右。

8. 根据权利要求6所述的一种采用双钙基脱硫剂的湿法脱硫方法,其特征在于:所述步骤S4中喷淋管(7)输入端的浆液PH值控制在6.8左右。

9. 根据权利要求6所述的一种采用双钙基脱硫剂的湿法脱硫方法,其特征在于:所述步骤S4中PH控制系统(5)首先控制计量泵开启,并缓缓提高计量泵的输出流量,当检测到喷淋管(7)输入端的pH值到达6.8左右时,即可维持计量泵的输出流量。

一种采用双钙基脱硫剂的湿法脱硫系统及方法

技术领域

[0001] 本发明涉及烟气脱硫技术领域,特别涉及一种采用双钙基脱硫剂的湿法脱硫系统及方法。

背景技术

[0002] 在石灰石-石膏法烟气脱硫系统中,均采用石灰石作为单一脱硫剂。为实现更高的脱硫效率以达到超低排放要求,均通过增加浆液循环量提高液气比或在吸收塔内增设传质部件(比如托盘或格栅)的方法实现。采用这种方法会大大增加浆液循环量,带来增加吸收塔系统阻力,从而大大增加燃煤机组引风机电耗和浆液循环泵电耗,增加厂用电率。

[0003] 随着国家环保政策要求日益严格,如超低排放等要求。急需开发一种不需要额外增加电耗就能实现更高脱硫效率的方法。而传统的采用单一钙基脱硫剂的石灰石-石膏法脱硫系统只能通过提高浆液循环量或在吸收塔内增设传质部件(比如托盘或格栅)的方法实现,将会大大增加浆液循环量,带来增加吸收塔系统阻力,从而大大增加燃煤机组引风机电耗和浆液循环泵电耗,增加厂用电率,浪费大量电能。

[0004] 在石灰石-石膏湿法脱硫系统中,循环浆液的PH值是关系脱硫效率和液气比的关键参数。如PH值太低,会抑制SO₂的溶解;PH值太高,会抑制CaSO₃氧化。图4是PH值与二氧化氮脱硫率之间的曲线图,图5是PH值与液气比之间的曲线关系图。从图中可知,合理地调节PH值能够优化脱硫工艺。

发明内容

[0005] 本发明的目的在于,提供一种采用双钙基脱硫剂的湿法脱硫系统。

[0006] 本发明的技术方案:一种采用双钙基脱硫剂的湿法脱硫系统,包括吸收塔、循环泵以及浆液池,所述吸收塔的顶部开设有吸收塔烟气出口,所述吸收塔的中部侧壁上开设有吸收塔烟气入口,浆液池位于吸收塔的底部,所述吸收塔内还设置有喷淋管,所述喷淋管与浆液池之间连接有输送管道,所述输送管道中部连接有浆液循环泵,所述输送管道上连接有PH值调节系统。

[0007] 上述的一种采用双钙基脱硫剂的湿法脱硫系统中,所述PH值调节系统包括有消石灰浆液供应罐以及PH值控制系统。

[0008] 前述的一种采用双钙基脱硫剂的湿法脱硫系统中,所述消石灰浆液供应罐内设置有储存罐及计量泵,储存罐连接在计量泵的输入端,计量泵的输出端与循环泵3的输入/输出端连接。

[0009] 前述的一种采用双钙基脱硫剂的湿法脱硫系统中,所述PH值控制系统的型号为:P-9000,所述PH值控制系统内设置有两组PH检测探头,且一组探头置入浆液池的输出端,另一组探头置入喷淋管的输出端。

[0010] 一种采用双钙基脱硫剂的湿法脱硫方法,包括如下步骤:

[0011] S1、将待脱硫的烟气引入到吸收塔烟气入口;

- [0012] S2、开启浆液循环泵,将浆液池中的浆液通过输送管道输送到喷淋管处;
- [0013] S3、启动PH值控制系统,同时检测浆液池底部浆液的PH值以及喷淋管输入端的PH值;
- [0014] S4、PH值控制系统控制消石灰浆液供应罐内的计量泵,向浆液循环泵的出口或者入口提供消石灰浆液,用于提高喷淋管输入端的 PH值;
- [0015] S5、较高PH值的浆液从喷淋管处向下喷淋,烟气从烟气入口处向吸收塔上端输送,烟气与浆液充分混合并产生反应;
- [0016] S6、与浆液反应过后的烟气最终从吸收塔顶部的烟气出口排出。
- [0017] S7、与烟气中二氧化硫反应之后的浆液重新落入浆液池中,并且此时的浆液PH值下降。
- [0018] 上述的一种采用双钙基脱硫剂的湿法脱硫方法,所述步骤S7中的浆液PH值控制在5.5左右。
- [0019] 前述的一种采用双钙基脱硫剂的湿法脱硫方法,所述步骤S4中喷淋管输入端的浆液PH值控制在6.8左右。
- [0020] 前述的一种采用双钙基脱硫剂的湿法脱硫方法,所述步骤S4中 PH控制系统控制计量泵开启,缓缓提高计量泵的输出流量,当检测到喷淋管输入端的pH值到达6.8左右时,即可维持计量泵的输出流量。
- [0021] 与现有技术相比,本发明的采用双钙基脱硫剂系统,在达到同样脱硫效率的情况下,调节喷淋管处的石灰石浆液的PH值,来提高二氧化硫的脱硫率,并且大大降低锅炉机组引风机和浆液循环泵的电耗,一般可降低脱硫系统总电耗的1/5到1/3。从而明显降低燃煤发电机组的厂用电率,为发电企业提高管理水平和经济效益。
- [0022] 本发明理念新颖,巧妙的利用了另一种钙基(即消石灰)浆液强碱型的特点,以石灰石作为主要脱硫剂,以消石灰作为调节循环浆液 PH值的目的。该系统在常规石灰石-石膏湿法脱硫系统基础上仅增加一套石灰或消石灰浆液制备和供应系统,由于均采用钙基脱硫剂,对脱硫产物即脱硫石膏成分无任何影响。

附图说明

- [0023] 图1是本发明整体结构的主视图;
- [0024] 图2是本发明实施例一中的现有湿法脱硫系统结构示意图;
- [0025] 图3是亚硫酸平衡曲线图;
- [0026] 图4是PH值与脱除率之间的曲线图;
- [0027] 图5是PH值与液气比之间的曲线关系图。
- [0028] 图中:1-吸收塔;2-石灰石浆液供应系统;3-浆液循环泵;4- 消石灰浆液供应罐;5-PH值控制系统;6-浆液池;7喷淋管。

具体实施方式

- [0029] 下面结合附图和实施例对本发明作进一步的说明,但并不作为对本发明限制的依据。
- [0030] 对照例1:如图2所示,本实施例为现有的湿法脱硫系统,包括吸收塔1、循环泵3以

及浆液池6,吸收塔1的顶部开设有吸收塔烟气出口,吸收塔1的中部侧壁上开设有吸收塔烟气入口,浆液池6 位于吸收塔1的底部,吸收塔1内还设置有喷淋管,喷淋管7的高度在吸收塔烟气入口之上,喷淋管7与浆液池6之间连接有输送管道,循环泵3安装在输送管道的中部。浆液池6的一侧连接有石灰石供应系统2,石灰石供应系统2内设置有储存罐,储存罐与浆液池6相互连通,且在储存罐的输出端安装供浆泵。石灰石供应系统2向浆液池 6供应石灰石浆液。工作中,循环泵3将浆液池6中的石灰石浆液通过输送管道输送到上方的喷淋管,进行喷淋脱硫。

[0031] 本实施例中的湿法脱硫系统应用于350MW容量的发电机组中,该机组年运行在5000小时左右,其中锅炉的蒸发量为1242T/h。

[0032] 在此套湿法脱硫系统内,吸收塔的直径为13.1m,吸收塔内的喷淋层数(喷淋管的安装层数)为4层,浆液循环泵的运行台数为4 台,浆液循环泵的流量为8600m³/h,浆液循环泵扬程为23.5m,浆液循环泵电机功率约为822.38kw,浆液循环泵的效率为82%。

[0033] 该湿法脱硫系统中的入口烟气中的SO₂浓度为4630mg/m³,经过脱硫之后排放出的烟气中SO₂浓度为35mg/m³,脱硫效率为99.3%。

[0034] 实施例1:如图1所示,本发明的一种采用双钙基脱硫剂的湿法脱硫系统,包括吸收塔1、消石灰浆液供应罐4以及PH值控制系统5。其中的消石灰浆液供应罐4和PH值控制系统5组成了一套 PH调节系统。吸收塔1的顶部开设有吸收塔烟气出口,吸收塔1的中部侧壁上开设有吸收塔烟气入口。

[0035] 吸收塔1的底部设置有浆液池6,吸收塔1内还设置有喷淋管,喷淋管的高度在吸收塔烟气入口之上,喷淋管与浆液池6之间连接有输送管道,输送管道中部连接有循环泵3。工作中,循环泵3将浆液池6中的石灰石浆液通过输送管道输送到上方的喷淋管,进行喷淋脱硫(如图1所示)。

[0036] 浆液池6的一侧连接有石灰石供应系统2(该石灰石供应系统2 是现有湿法脱硫系统中的石灰石浆液供给系统),石灰石供应系统2 内设置有储存罐,储存罐与浆液池6相互连通,且在储存罐的输出端安装供浆泵。石灰石供应系统2向浆液池6内供应石灰石浆液。

[0037] 输送管道一侧还设置有消石灰浆液供应罐4,消石灰浆液供应罐 4内设置有储存罐及计量泵,储存罐连接在计量泵的输入端,计量泵的输出端与输送管道连接(该连接处可以使输送管道上的任一位置,可以在循环泵3的任意一端),通过计量泵将消石灰浆液输送至循环泵3的出口或入口处的输送管道内。

[0038] 消石灰浆液供应罐4中还连接有PH值控制系统5,PH值控制系统5与消石灰浆液供应罐4中的计量泵电性连接,用于控制计量泵的输出流量从而精准地调节PH值。此处采用的PH值控制系统5为现有的控制系统,可直接采购得到。比如德国PROMINENT(普罗名特)公司生产的型号为:P-9000的PH值控制系统。该PH值控制系统5内设置有两组PH检测探头,安装时,将一组探头置入浆液池6的输出端,(或者在现有湿法脱硫系统中在浆液池6中就设置有PH检测设备,可以直接利用该检测设备检测的数据,直接输入到PH值控制系统5中)另一组探头置入喷淋管的输出端,用于检测这两处循环浆液的PH值,采用这类集成式的控制系统进行精准地控制循环浆液的PH 值,所采用的设备占地面积小,带来的设备能耗也相对较小。并且在实际应用中,只需要对消石灰浆液供应罐4中的计量泵进行控制就可以同时调整输送管道以及浆液池6两处的PH值,工序更加简单。

[0039] 本发明的一种采用双钙基脱硫剂的湿法脱硫方法,其特征在于:包括如下步骤:

[0040] S1、将待脱硫的烟气引入到吸收塔烟气入口;

[0041] S2、开启浆液循环泵3,将浆液池6中的浆液通过输送管道输送到喷淋管7处;

[0042] S3、启动PH值控制系统5,同时检测浆液池6底部浆液的PH值以及喷淋管7输入端的PH值;

[0043] S4、PH值控制系统5控制消石灰浆液供应罐4内的计量泵,向浆液循环泵3的出口或者入口提供消石灰浆液,用于提高喷淋管7 输入端的PH值,PH控制系统5首先控制计量泵开启,并缓缓提高计量泵的输出流量,当检测到喷淋管7输入端的pH值到达6.8左右时,即可维持计量泵的输出流量(使该输出流量保持稳定),喷淋管7 输入端的浆液PH值控制在6.8左右。

[0044] S5、较高PH值的浆液从喷淋管7处向下喷淋,烟气从烟气入口处向吸收塔上端输送,烟气与浆液充分混合并产生反应;

[0045] S6、与浆液反应过后的烟气最终从吸收塔顶部的烟气出口排出。

[0046] S7、与烟气中二氧化硫反应之后的浆液重新落入浆液池中,并且此时的浆液PH值下降,该浆液PH值下降到在5.5左右。

[0047] 在实际运用的过程中,如图1所示,在脱硫工作中,通过石灰石浆液供应系统2补充吸收塔1所需主要石灰石(一种钙基脱硫剂)浆液,另外通过消石灰浆液供应罐4在浆液循环泵3入口或出口补充极少量的另一种钙基(即消石灰)浆液。该系统通过PH值控制系统5 控制另一种钙基(即消石灰)浆液的加入量,达到调节通过浆液循环泵从浆液池吸入的浆液PH值(将循环浆液从PH5.5左右提高到PH6.8 左右);再通过浆液循环泵将高PH值的浆液打入吸收塔内喷淋管,经喷淋管喷淋的浆液与进入吸收塔内的烟气充分反应以吸收烟气中的二氧化硫。充分吸收烟气中的二氧化硫后浆液PH值又降低至PH5.5 左右,对浆液池中的石灰石的溶解和脱硫产物的结晶无任何不利影响。如此循环实现连续脱硫工作。

[0048] 在吸收塔内, SO_2 与石灰石浆液结合后,将发生如下反应:

[0049] $\text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{SO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_3 \rightarrow \text{H}^+ + \text{HSO}_3^- \rightarrow 2\text{H}^+ + \text{SO}_3^{2-}$,

[0050] 图3为典型的亚硫酸平衡曲线图,这一反应过程是可逆的,与吸收剂浆液的pH值关系密切。浆液中 H_2SO_3 、 HSO_3^- 、 SO_3^{2-} 随pH值的变化如图3所示,在pH值为7.2时,溶液中存在 SO_3^{2-} 、 HSO_3^- ;而pH值为5以下时,溶液中只存在 HSO_3^- ;当pH值继续下降到 4.5以下时,溶液中存在 SO_2 水化合物的比例增大,与物理溶解 SO_2 建立平衡。

[0051] 综上可得,本发明通过在现有的湿法脱硫设备中增加消石灰浆液供应罐4以及PH值控制系统5,来提高石灰石浆液在喷淋时的PH值,从而提高 SO_2 的溶解度,更有利于 SO_2^+ 的吸收。并且还可以节省一部分石灰石浆液的投入。

[0052] 采用高PH值浆液脱硫可大大降低浆液循环量,可减少浆液循环泵运行台数,从而大大降低循环泵电耗。另外,由于浆液循环泵运行台数减少,亦减少吸收塔浆液循环量,降低了浆液对烟气的拖曳力,进而降低了吸收塔烟气侧阻力,从而减少了机组引风机电耗。

[0053] 在实际利用中,实施例1与对照例1进行对照试验。将本实用新型的采用双钙基脱硫剂的湿法脱硫系统应用于350MW容量的发电机组中,该机组年运行在5000小时左右,其中锅炉的蒸发量为1242T/h。

[0054] 在实验中,吸收塔1的直径为13.1m,吸收塔1内的喷淋层数为 4层,浆液循环泵的

运行台数为3台,浆液循环泵的流量为8600m³/h,浆液循环泵扬程为23.5m,浆液循环泵电机功率为822.38kw,浆液循环泵的效率为82%。

[0055] 进入吸收塔1内烟气中的SO₂浓度为4630mg/m³,经过脱硫之后排放出的烟气中SO₂浓度小于等于30mg/m³,脱硫效率约为99.3%。由此可见,应用本发明的脱硫系统之后实现了与对照例1同等的效果。

[0056] 但是在该套系统中,减少了1台循环泵的运行,也相应的节省了电力损耗带来的成本(如下表所示)。

[0057]

1	减少循环泵运行台数	1	
2	年节省循环泵电功率	822.38kw	
3	降低运行阻力	230Pa	
4	节省的引风机电功率	130kw	
5	年节约电耗	476.19万度	
6	年节约电费	180.95万元	按0.38元/度计算
7	年减少石灰石耗量	633.73t	
8	年减少石灰石费用	9.51万元	按150元/t计算

[0058] 此外,本发明的采用双钙基脱硫剂的湿法脱硫系统也增加一定的运行费用(主要是增加的消石灰浆液供应罐4和PH控制系统5),如下表所示:

[0059]	1	年增加脱硫添加剂 (消石灰)量	468.96t	
	2	年增加脱硫剂(消石灰)费用	37.52万元	按600元/t计算
	3	新建装置的电功率	10kw	
	4	年新增电耗	50000度	
	5	年新增电费	1.90万元	按0.38元/度计算

[0060] 综上两个表格可知,本发明的投入使用,年节约费用为190.46万元,年新增的费用约为39.42万元,至少年节约的费用151.04万元。

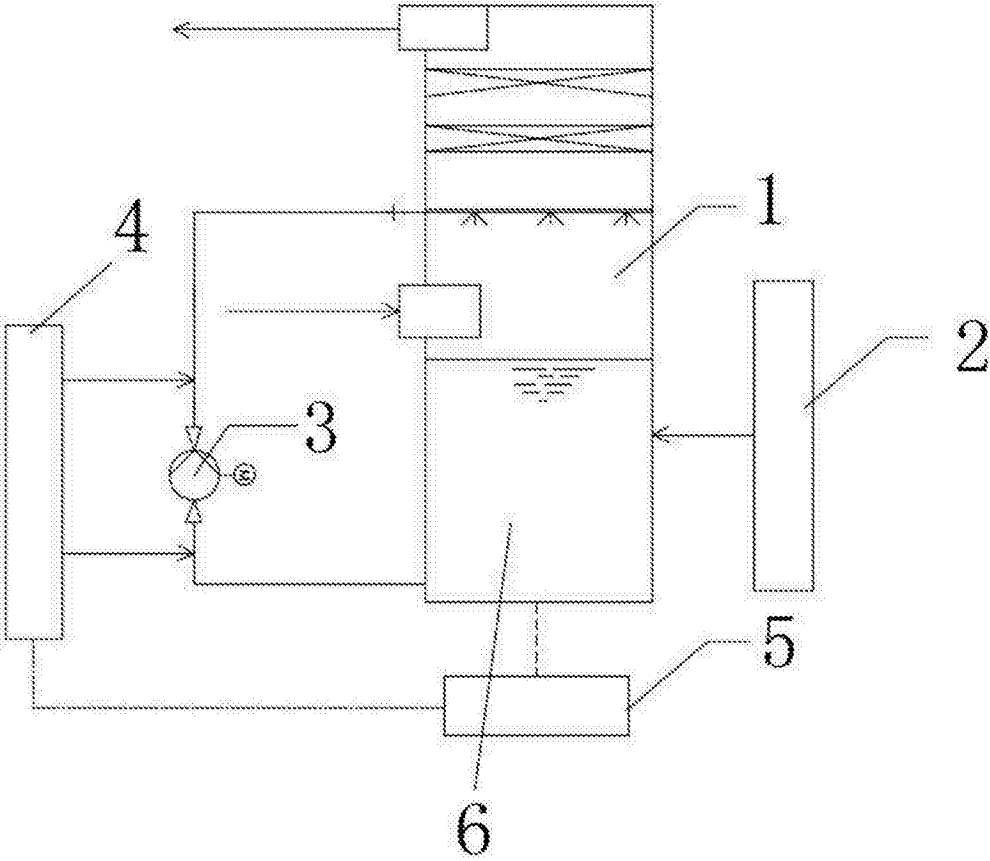


图1

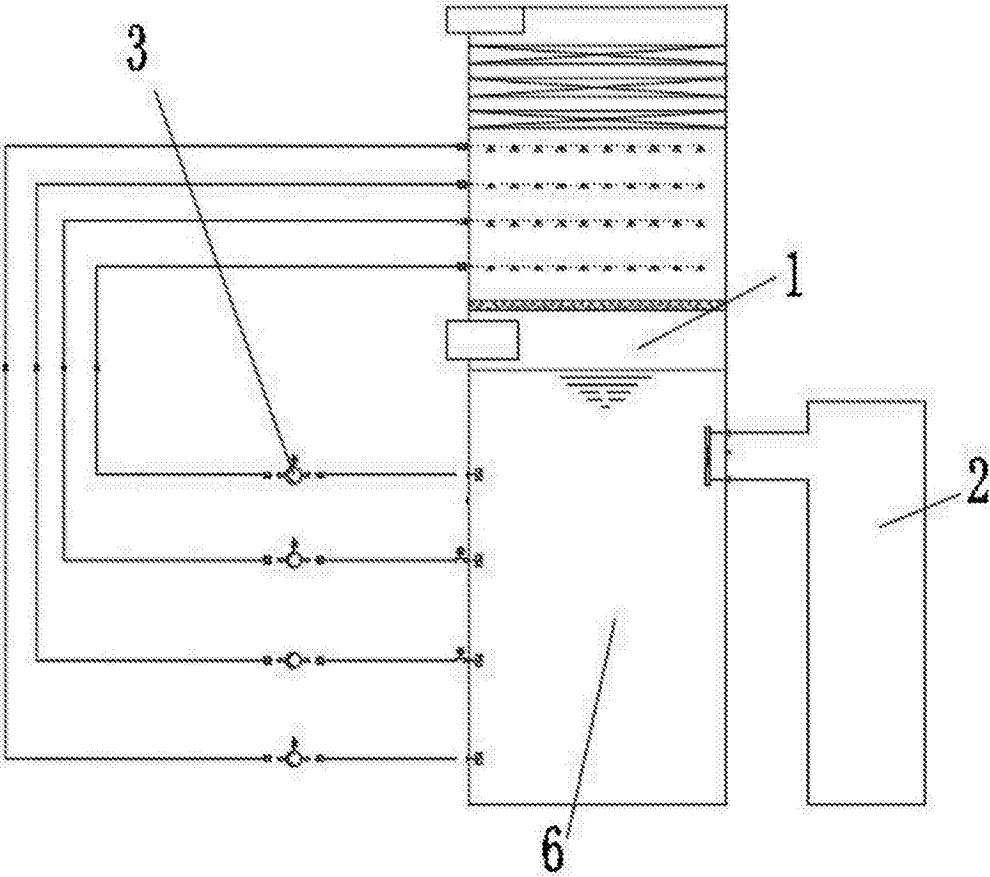


图2

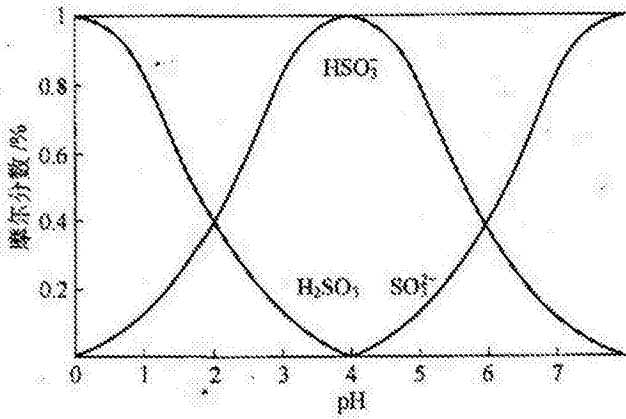


图3

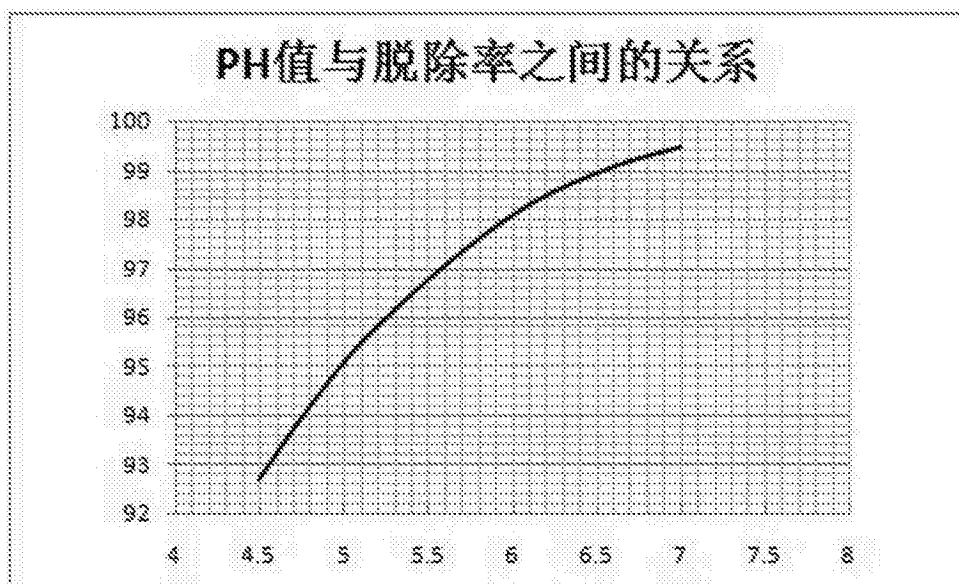


图4

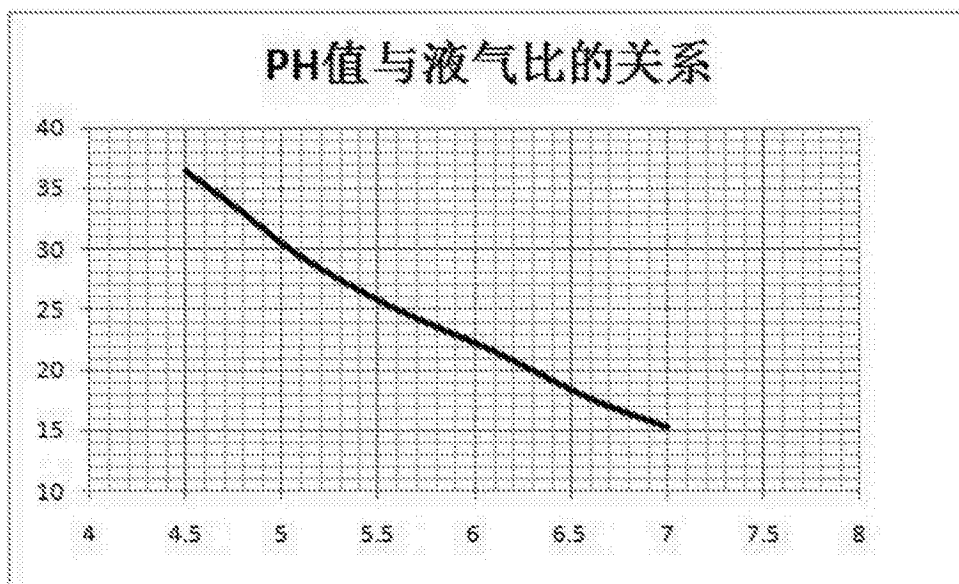
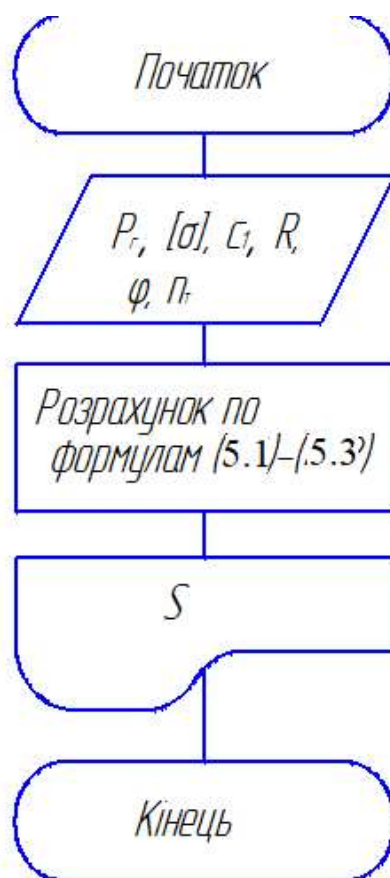


图5

Додаток В
Розрахунок еліптичного днища

					ЛН51.066233.000 ПЗ	Арк.
						87
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Блок-схема алгоритму розрахунку еліптичного днища



Таблиця ідентифікаторів програми розрахунку еліптичного днища

					ЛН51.066233.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		88

Таблиця В – Таблиця ідентифікаторів

Назва	Позначення	Розмірність	Ідентифікатор
1 Розрахунковий тиск	P_r	МПа	P_r
2 Пробний тиск	P_n	МПа	P_n
3 Допустимий тиск	P	МПа	P_{dop}
4 Допустиме напруження	$[\sigma]$	МПа	σ
5 Допустиме напруження при 20°C	$[\sigma]^{20}$	МПа	σ_1
6 Радіус	R	м	R
7 Товщина стінки	S	м	S
8 Коефіцієнт міцності зварного шва	φ	-	φ_i
9 Додаток до товщини стінки	c	м	c
10 Границя плинності	n_T	-	n_t

Програма розрахунку еліптичного днища під дією внутрішнього надлишкового тиску

CLS

INPUT "Tuck="; P

INPUT "Diametr="; D

INPUT "Dopystumi naprygenny="; Sigma

INPUT "Dopystumi naprygenny npu 20 C="; Sigma1

INPUT "Dodatok="; C

INPUT "Koeff. zvarnogo shva="; fi

INPUT "Gran. plunnosti="; nt

$P_n = 1.25 * P * \text{Sigma1} / \text{Sigma}$

$K = 1.35 * P * \text{Sigma1} / \text{Sigma}$

$\text{Sigma1} = \text{Sigma} / nt$

$Sr1 = P * D / (2 * \text{Sigma} * fi - P)$

$Sr2 = P_n * D / (2 * \text{Sigma1} * fi - P_n)$

IF $P_n < K$ THEN $Sr = Sr1$ ELSE IF $Sr1 > Sr2$ THEN $Sr = Sr1$ ELSE $Sr =$

$Sr2$

$S1 = Sr + C$

$S = \text{INT}(S1)$

IF $S < .006$ THEN $S = .006$

20 :

IF $(S - C) / D \leq .1$ THEN $P_{dop} = 2 * \text{Sig} * fi * (S - C) / (D + S - C)$ ELSE

GOTO 10

IF $P > P_{dop}$ THEN $S = S + .001$: GOTO 20

PRINT "S="; S

PRINT "Pdop="; Pdop

10 :

END

					ЛН51.066233.000 ПЗ	Арк.
						90
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Виведення результатів:

$S=0.008$

$P_{dop}=0.266$

					ЛН51.066233.000 ПЗ	Арк.
						91
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Додаток Г
Публікації автора

					ЛН51.066233.000 ПЗ	Арк.
						92
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

СПИСОК НАУКОВИХ ПРАЦЬ

студента кафедри машин та апаратів хімічних і нафтопереробних виробництв

ЄВЗЮТІНА ПАВЛА ЮРІЙОВИЧА

- 1 Пат. UA132278 С Україна, МПК B01D19/00. Десорбер / Євзютін П. Ю. , Двойнос Я. Г. // Опубл. 25. 02. 2019 - Бюл. № 4.
- 2 Євзютін П. Ю. Десорбер - регенератор сорбенту в циклі виробництва синтез-газу / Євзютін П. Ю. , Двойнос Я. Г. // «Обладнання хімічних виробництв і підприємств будівельних матеріалів»: 1 XXIII всеукраїнська науково-практична конференція студентів, аспірантів і молодих вчених, (Київ, 28-29 листопада 2018р.) : зб. тез доп. –К. : НТУУ«КПІ», 2018р. - С. 11 – 12.
- 3 Євзютін П. Ю. Десорбер - регенератор сорбенту в схемі очистки синтез-газу / Євзютін П. Ю. , Двойнос Я. Г. // «Обладнання хімічних виробництв і підприємств будівельних матеріалів»: XXIV всеукраїнська науково-практична конференція студентів, аспірантів і молодих вчених, (Київ, 22-23 квітня 2019р.) : зб. тез доп. –К. : НТУУ«КПІ», 2019р. - С. 8 – 9.
- 4 Ковтун А. І. Ідентифікація аміаку в повітрі виробничих приміщень / Ковтун А. І. , Євзютін П. Ю. // «Перспективні технології для забезпечення безпеки життєдіяльності та довголіття людини»: друга міжнародна науково-технічна конференція, (Одеса, 15-16 травня 2019р.) : зб. тез доп. –К. : Одеський національний морський університет, 2019р. - С. 201 – 205.

					ЛН51.066233.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		93

Державне підприємство
«Український інститут інтелектуальної власності»
(Укрпатент)

Оригіналом цього документа є електронний документ з відповідними реквізитами, у тому числі з накладеним електронним цифровим підписом уповноваженої особи Міністерства економічного розвитку і торгівлі України та сформованою позначкою часу.

Ідентифікатор електронного документа 3314200219.

Для отримання оригіналу документа необхідно:

1. Зайти до ІДС «Стан діловодства за заявками на винаходи та корисні моделі», яка розташована на сторінці <http://base.uipv.org/searchInvStat/>.
2. Виконати пошук за номером заявки.
3. У розділі «Документи Укрпатенту» поруч з реєстраційним номером документа натиснути кнопку «Завантажити оригінал» та ввести ідентифікатор електронного документа.

Ідентичний за документарною інформацією та реквізитами паперовий примірник цього документа містить 2 арк., які пронумеровані та прошиті металевими люверсами.

Уповноважена особа Укрпатенту

І.Є. Матусевич

25.02.2019



(19) UA

(51) МПК (2019.01)
B01D 19/00

(21) Номер заявки: **u 2018 07554**

(22) Дата подання заявки: **05.07.2018**

(24) Дата, з якої є чинними
права на корисну модель: **25.02.2019**

(46) Дата публікації відомостей
про видачу патенту та
номер бюлетеня: **25.02.2019,**
Бюл. № 4

(72) Винахідники:

Євзютін Павло Юрійович,
UA,
Двойнос Ярослав
Григорович, UA

(73) Власники:

Євзютін Павло Юрійович,
просп. В. Маяковського, 79-а,
кв. 40, м. Київ, 02232, UA,
Двойнос Ярослав
Григорович,
вул. М. Амосова, 14, кв. 7, м.
Київ, 03038, UA

(54) Назва корисної моделі:

ДЕСОРБЕР

(57) Формула корисної моделі:

Десорбер для очищення води від діоксиду карбону, що містить корпус, нижню кришку зі штуцерами вводу газу та виводу регенованого абсорбенту, верхню кришку зі штуцерами виводу газу та вводу насиченого абсорбенту, листову насадку, який відрізняється тим, що в корпусі встановлено вертикальну перегородку з отворами для перетоку абсорбенту, а листову насадку встановлено під кутом 70...80 градусів до вертикалі.

УКРАЇНА



ПАТЕНТ

НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

№ 132278

ДЕСОРБЕР

Видано відповідно до Закону України "Про охорону прав на винаходи і корисні моделі".

Зареєстровано в Державному реєстрі патентів України на корисні моделі 25.02.2019.

Заступник Міністра економічного розвитку і торгівлі України

Ю.П. Бровченко





МІНІСТЕРСТВО
ЕКОНОМІЧНОГО
РОЗВИТКУ І ТОРГІВЛІ
УКРАЇНИ

УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **132278** (13) **U**
(51) МПК (2019.01)
B01D 19/00

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

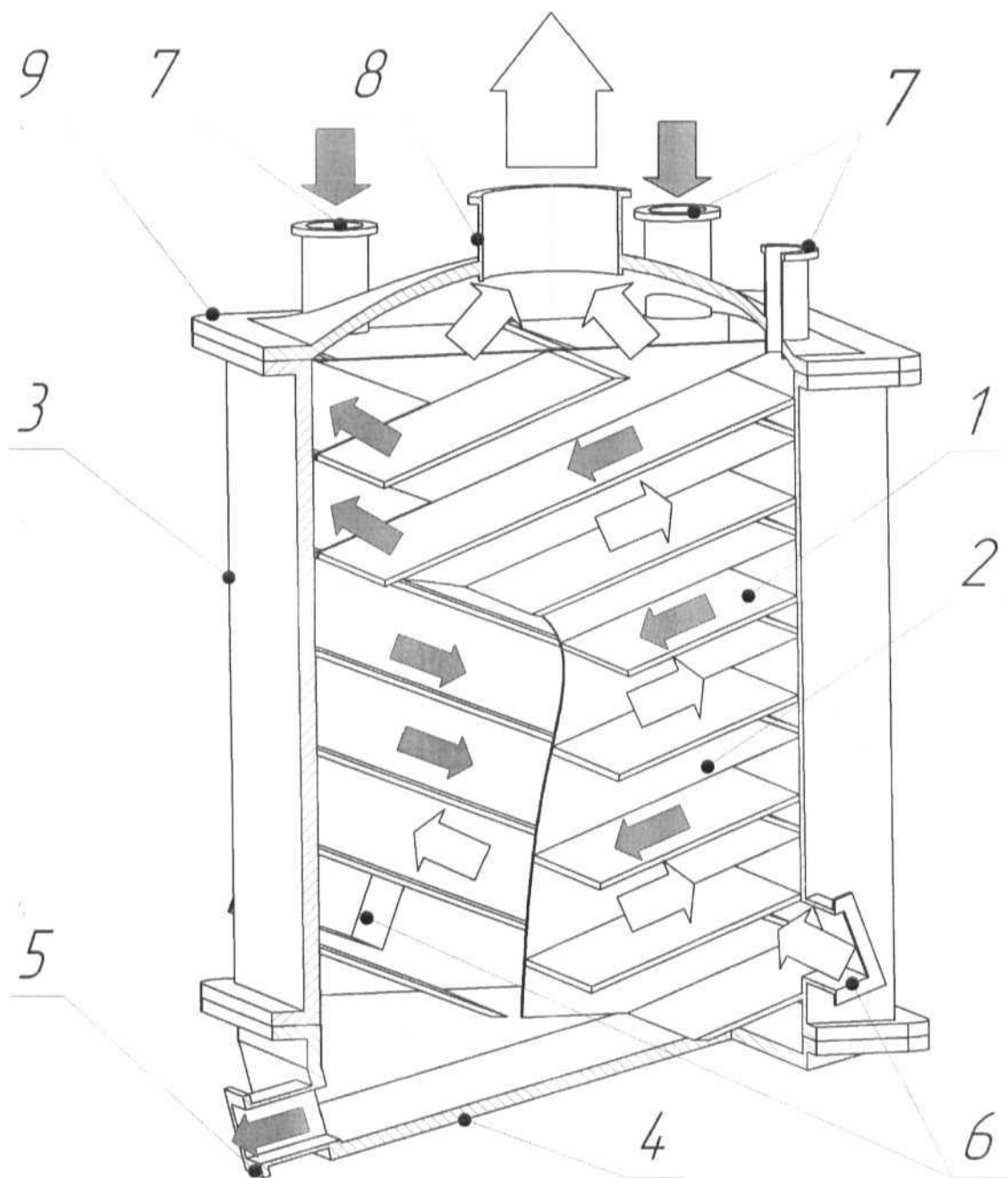
(21) Номер заявки: u 2018 07554	(72) Винахідник(и): Євзютін Павло Юрійович (UA), Двойнос Ярослав Григорович (UA)
(22) Дата подання заявки: 05.07.2018	
(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: 25.02.2019	(73) Власник(и): Євзютін Павло Юрійович, просп. В. Маяковського, 79-а, кв. 40, м. Київ, 02232 (UA), Двойнос Ярослав Григорович, вул. М. Амосова, 14, кв. 7, м. Київ, 03038 (UA)
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 25.02.2019, Бюл.№ 4	

(54) ДЕСОРБЕР

(57) Реферат:

Десорбер для очищення води від діоксиду карбону містить корпус, нижню кришку зі штуцерами вводу газу та виводу регенованого абсорбенту, верхню кришку зі штуцерами виводу газу та вводу насиченого абсорбенту, листову насадку. В корпусі встановлено вертикальну перегородку з отворами для перетоку абсорбенту, а листову насадку встановлено під кутом 70...80 градусів до вертикалі.

UA 132278 U



Корисна модель належить до хімічної промисловості, а саме до масообмінних апаратів дегазування методом десорбції, і може бути використана в хімічних, харчових та фармацевтичних виробництвах, наприклад для очищення води від діоксиду карбону при виробництві синтез-газу.

Відомий масообмінний апарат - абсорбер [1], який використовується для очищення газів що містить вертикальний циліндричний корпус з верхнім і нижнім днищами, сітчасті тарілки з переливними пристроями, зливні патрубки у вигляді зрізаних конусів, розподільники рідини, встановлені співвісно із зливними патрубками, вузол сепарації крапель рідини.

Цей апарат досить ефективний в експлуатації, недоліком є велика витрата абсорбенту через постійний його рух під дією сил гравітації у вертикальному напрямку, що не забезпечує раціональне використання абсорбенту, та збільшує витрати на його регенерацію.

Найбільш близьким за технічною суттю до запропонованої корисної моделі є дегазатор [2].

В основу найближчого аналога поставлена задача удосконалення конструкції дегазатора шляхом зміни його конструкції, що забезпечує додаткове інтенсивне виділення газів.

Дегазатор включає корпус з патрубком для підведення соку та патрубком для відведення газів, згідно з корисною моделлю, вертикальний корпус має дві камери - дегазаційну та стабілізаційну. До кришки дегазаційної камери, яка має конічне днище та відбійну перегородку, розташовану у нижній частині камери навпроти патрубка для підведення соку, приєднаний патрубок для з'єднання з пристроєм створення розрідження.

Недоліком конструкції цього дегазатора є малий час перебування абсорбенту у апараті та мала площа поверхні розділу газової та рідкої фаз.

В основу корисної моделі поставлена задача зменшити гідравлічний опір апарата та збільшити питому поверхню контакту фаз, що дозволить більш повно десорбувати діоксид вуглецю з води.

Поставлена задача вирішується тим, що в десорбері, що містить корпус, кришки зі штуцерами, згідно з корисною моделлю, встановлено дві секції листової насадки під кутом 70...80 градусів до вертикалі з перегородкою між ними.

Суть корисної моделі пояснюється кресленням, на якому зображено розріз десорбера.

Десорбер містить корпус 3, нижню кришку 4 зі штуцерами вводу повітря 6 та виходу регенованого абсорбенту 5, верхню кришку 9 зі штуцерами виводу повітря 8 та вводу насиченого абсорбенту 7, листову насадку 1, перегородку 2, механічно закріплені у корпусі.

Десорбер працює в такий спосіб.

Насичений абсорбент через штуцери 7 потрапляє у корпус десорбера, безпосередньо на листову насадку 1 і по ній, під дією сил гравітації, у напрямку нахилу насадки, рухається вниз. Повітря, що транспортує діоксид вуглецю з поверхні абсорбенту, потрапляє у корпус через штуцери 6 нижньої кришки 4 і рухається двома потоками вгору у каналах насадки, які оформлено внутрішньою поверхнею корпусу та насадкою і перетікає з однієї секції в іншу через отвори в перегородці, при цьому газ контактує з абсорбентом через поверхню розділу фаз. Абсорбент стікає плівкою по поверхні листової насадки у протитечії до напрямку руху повітря. Швидкість руху абсорбенту зменшено за рахунок його стікання по нахиленій поверхні та дії потоку повітря, який за рахунок в'язкого тертя гальмує рух абсорбенту.

Запропонована конструкція десорбера нескладна у виготовленні та експлуатації, дозволяє зменшити гідравлічний опір апарата, та збільшити питому поверхню контакту фаз, що дозволить більш повно десорбувати діоксид вуглецю з води.

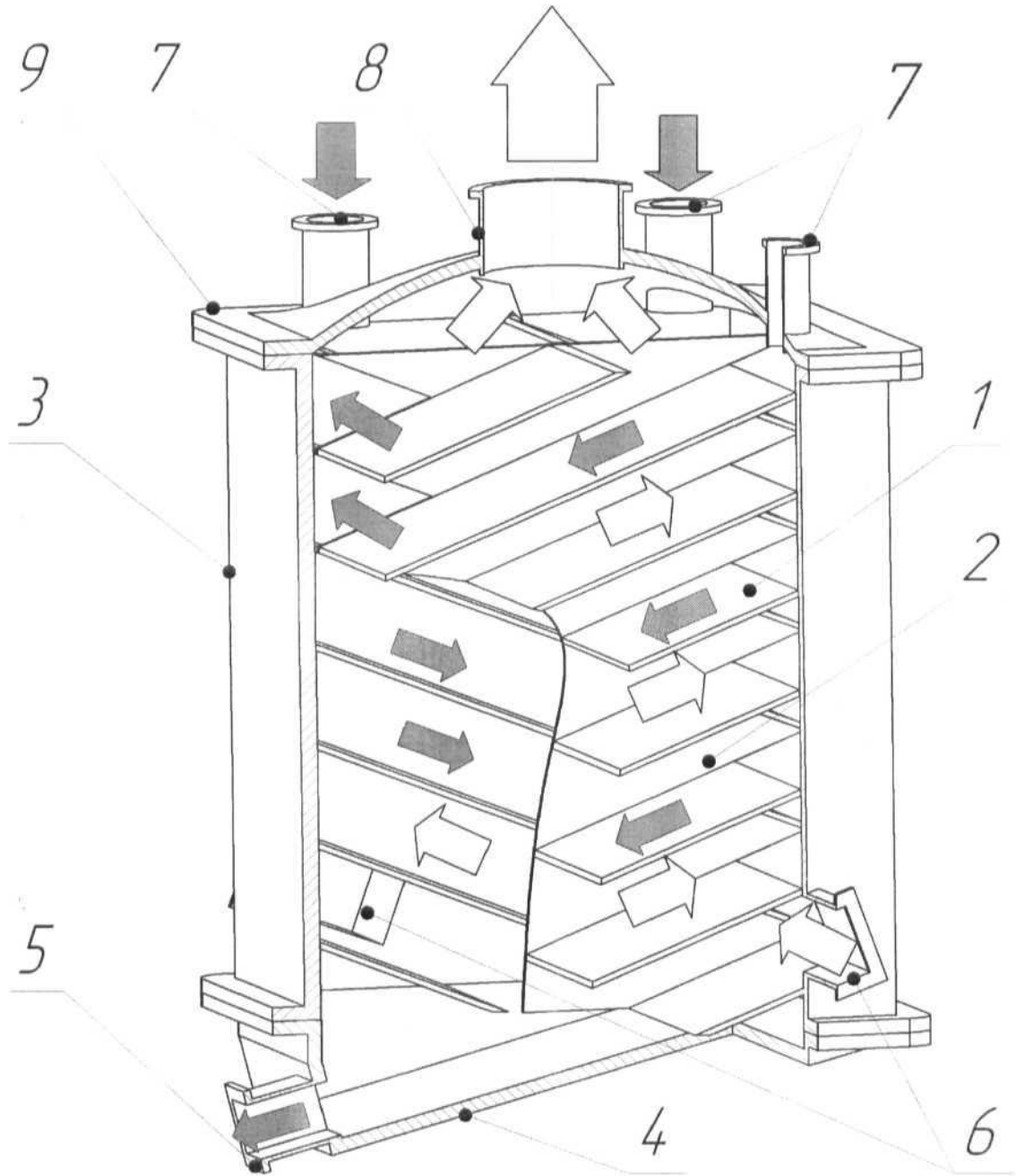
Джерела інформації:

1. Патент України №12595(UA) МПК В01D 53/14, Абсорбер. Заяв. 94076305 від 19.07.1994, опубл. 28.02.1997.

2. Патент України №31182 А (UA) МПК В01D 21/02, Дегазатор. Заяв. 98073855 від 16.07.1998, опубл. 15.12.2000.

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

Десорбер для очищення води від діоксиду карбону, що містить корпус, нижню кришку зі штуцерами вводу газу та виводу регенованого абсорбенту, верхню кришку зі штуцерами виводу газу та вводу насиченого абсорбенту, листову насадку, який **відрізняється** тим, що в корпусі встановлено вертикальну перегородку з отворами для перетоку абсорбенту, а листову насадку встановлено під кутом 70...80 градусів до вертикалі.



Комп'ютерна верстка А. Крижанівський

Міністерство економічного розвитку і торгівлі України, вул. М. Грушевського, 12/2, м. Київ, 01008, Україна

ДП "Український інститут інтелектуальної власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601

УДК 66

ББК 35.11-5я43

О 16

Збірник тез доповідей XXIII всеукраїнської науково-практичної конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Обладнання хімічних виробництв підприємств будівельних матеріалів" (28-29 листопада 2018 р. м. Київ) / Укладач Я.М. Корнієнко. – К.: «КПІ ім. Ігоря Сікорського», 2018. – 103 с

**Збірник тез доповідей XXIII всеукраїнської науково-практичної
конференції студентів, аспірантів і молодих вчених**

**"ОБЛАДНАННЯ ХІМІЧНИХ ВИРОБНИЦТВ
І ПІДПРИЄМСТВ БУДІВЕЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ"**

Голова оргкомітету: д.т.н., професор, зав. кафедри МАХНВ
Корнієнко Ярослав Микитович

Члени оргкомітету:
НТУУ «КПІ»

к.т.н., професор Марчевський Віктор Миколайович

к.т.н., доц. Андреев Ігор Анатолійович

к.т.н., доц. Швед Микола Петрович

к.т.н., доц. Зубрій Олег Григорович

к.т.н., доц. Степанюк Андрій Романович

ІТТФ НАН України

д.т.н., професор Снежкін Юрій Федорович

Інститут Газу НАН України

к.т.н., доц. Ільєнко Борис Кузьмич

Редактор к.т.н., доц. Степанюк Андрій Романович

Комп'ютерна верстка: Улітько Р.М.

Рекомендовано до друку
Кафедрою машин та апаратів
хімічних
і нафтопереробних виробництв
Протокол № 4
від 8 листопада 2018 р.

УДК 66.081.5

ДЕСОРБЕР - РЕГЕНЕРАТОР СОРБЕНТУ В ЦИКЛІ ВИРОБНИЦТВА СИНТЕЗ-ГАЗУ

студент Євзютін П. Ю., ст.викл., к.т.н.. Двойнос Я. Г.

**Національний технічний університет України
"Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського"**

Аміак як і синтез-газ виробляють, переважно, з природного газу. Природний газ – це дефіцитна сировина для України, тому з кожним роком зростає інтерес до альтернативних джерел сировини при виробництві синтез-газу, а саме: газифікації кам'яного вугілля та твердих біологічних відходів (ТБВ). Сучасні методи отримання синтез-газу з ТБВ [1] спрямовані на збільшення робочого тиску в реакторі, інтенсифікації процесу з використанням псевдозрідженого шару. Економічна доцільність переробки вимагає комплексного підходу, який полягає у інтеграції функцій утилізації комунальних відходів, та генерації тепла для опалення.

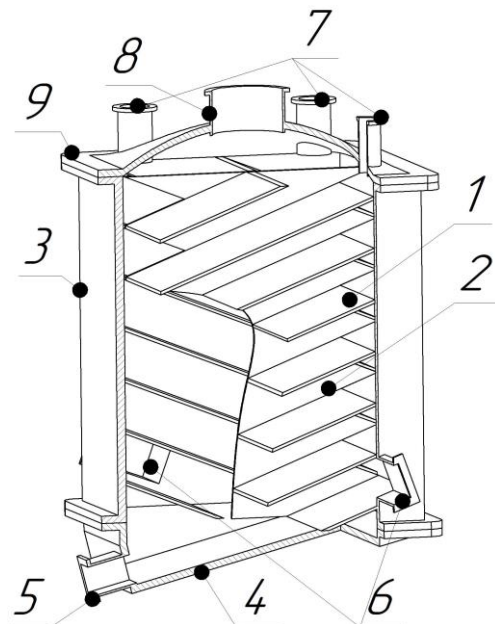
Синтез-газ, отриманий завдяки альтернативним методам більш забруднений, ніж з природного газу, тому його очищують в абсорбері. Процес абсорбування домішок синтез-газу водою найбільш поширений. До вилучених домішок входять: азот (N_2), сірководень (H_2S) та інші сполуки. Ці речовини є сировиною для інших виробництв, азот використовується в синтезі аміаку.

Для регенерації сорбенту використовують десорбер.

Відмінність обладнання сучасних виробництв синтез-газу та генераторного газу від традиційного в збільшенні продуктивності, робочого тиску, та необхідності більш повного очищення води (десорбції) від H_2S , що дозволяє зменшити габарити обладнання, яке працює під тиском.

Вхідними параметрами для проектування нового десорберу виробництва синтез-газу є необхідність дегазації сорбенту після абсорбції, яка оптимально відбувається при зменшенні тиску та підвищеній температурі, охолодження води для покращення процесу абсорбції, використання промислових вентиляторів для подачі повітря до десорберу. Таким чином, доцільно використати десорбер, що працює за атмосферного тиску, з крупною насадкою.

На рисунку 1 зображено варіант конструкції десорбера [2] з листовою насадкою 1, яка може бути використана для проектування апарату.



1 – листова насадка; 2 – перегородка; 3 – корпус апарату; 4 – нижня кришка апарату; 5 – штуцер виходу сорбенту; 6– штуцер входу інертного носія, який приймає участь у десорбції (повітря); 7 – штуцер подачі сорбенту; 8 – штуцер виходу повітря

Рисунок 1 – Конструкція десорбера

Десорбер зображений на рисунку 1 працює наступним чином: в корпусі 3 встановлені нахилені пластини 1, розділені перегородкою 2, по яким стікає сорбент, що регенерується до нижньої кришки 4, та виводиться через патрубок 5. Подача сорбенту виконується через патрубки 7, які розташовані на верхній кришці апарату. Похилі пластини дозволяють реалізувати рух сорбенту плівкою самотоком. Стікаючи на наступну пластину рідина переміщується і ядро потоку з більшою концентрацією цільового компоненту виходить на поверхню плівки, таким чином покращується масообмін та можливе зменшення гідравлічного опору апарату.

Перелік посилань:

1. Справочник азотчика/[Жаворонков Н.М. (1987)] // Под ред. Жаворонкова Н.М., «Химия», 1987. – 230 с.
2. Заявка на корисну модель 201807554 Десорбер / П. Ю. Євзютін, Я.Г.Двойнос; заявник П. Ю. Євзютін – № u201807554; заявл. 05.07.2018.

УДК 66

ББК 35.11-5я43

О 16

Збірник тез доповідей XXIV всеукраїнської науково-практичної конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Обладнання хімічних виробництв підприємств будівельних матеріалів" (22-23 квітня 2019 р. м. Київ) / Укладач Я.М. Корнієнко. – К.: «КПІ ім. Ігоря Сікорського», 2018. – 105 с

Збірник тез доповідей XXIV всеукраїнської науково-практичної конференції студентів, аспірантів і молодих вчених

"ОБЛАДНАННЯ ХІМІЧНИХ ВИРОБНИЦТВ І ПІДПРИЄМСТВ БУДІВЕЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ"

Голова оргкомітету: д.т.н., професор, зав. кафедри МАХНВ
Корнієнко Ярослав Микитович

Члени оргкомітету:
НТУУ «КПІ»

к.т.н., професор Марчевський Віктор Миколайович

к.т.н., доц. Андреев Ігор Анатолійович

к.т.н., доц. Швед Микола Петрович

к.т.н., доц. Зубрій Олег Григорович

к.т.н., доц. Степанюк Андрій Романович

ІТТФ НАН України

д.т.н., професор Снежкін Юрій Федорович

Інститут Газу НАН України

к.т.н., доц. Ільєнко Борис Кузьмич

Редактор к.т.н., доц. Степанюк Андрій Романович

Комп'ютерна верстка: Улітько Р.М.

Рекомендовано до друку
Кафедрою машин та апаратів
хімічних
і нафтопереробних виробництв
Протокол № 12
від 17 квітня 2019 р.

УДК 66.081.5

ДЕСОРБЕР - РЕГЕНЕРАТОР СОРБЕНТУ В СХЕМІ ОЧИСТКИ СИНТЕЗ-ГАЗУ

студент Євзютін П. Ю., ст. викл. Двойнос Я. Г.

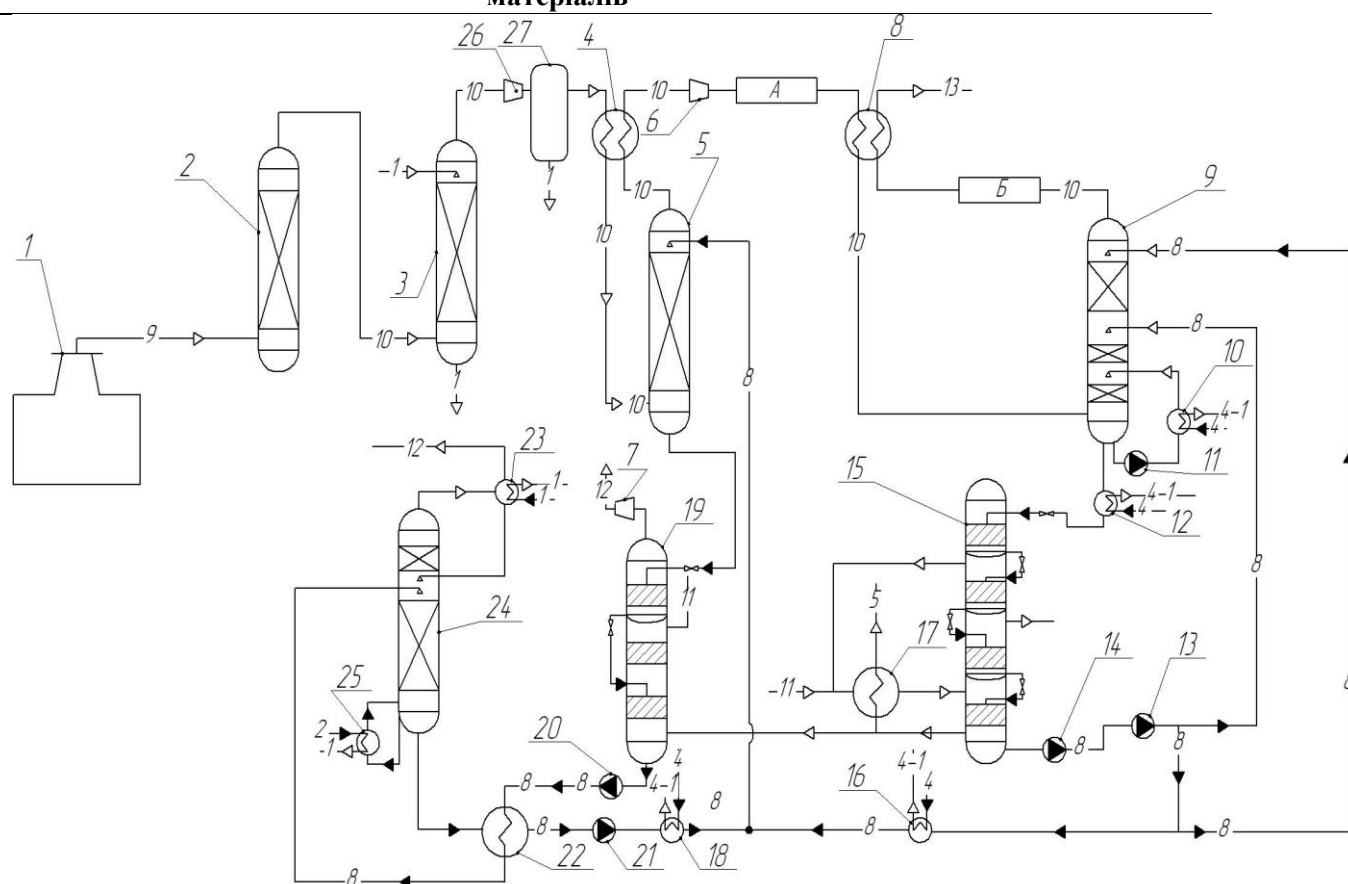
**Національний технічний університет України
"Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського"**

Синтез-газ, отриманий газифікацією вугілля [1] - більш забруднений, ніж продукти конверсії природного газу, тому його очищують за схемою, що наведено на рисунку 1, [2]. В процесі очистки синтез газу від домішок використовують метанол.

До вилучених домішок входять: азот (N_2), сірководень (H_2S) та інші сполуки. Ці речовини є сировиною для інших виробництв, азот використовується в синтезі аміаку.

Найбільш поширеним методом очистки технологічних газів для синтезу аміаку є фізична абсорбція, а найбільш поширеним абсорбентом – метанол. Метанол отруйна та горюча рідина, яка може спричинити тяжкі наслідки для здоров'я людини після контакту з нею. Метанол – дешевий, але складна в роботі речовина. Після транспортування ємності потрібно промити подвійним об'ємом води, утилізація метанолу потребує ліцензії та нагляду відповідальної особи з екологічної безпеки. Для регенерації сорбенту використовується двостадійна схема десорбції, в апараті десорбції 19 тиск зменшується з 3,0 МПа до 0,2 МПа, та сорбент продувається азотом. В апараті десорбції 24 температура сорбенту збільшується до стану кипіння за рахунок контакту з водяною парою. Регенерація метанолу дозволяє зменшити контакт працівників з ним та значно скоротити викиди у навколишнє середовище.

Апарат першої ступені десорбції призначений для початкової очистки сорбенту від домішок шляхом фізичної десорбції при зменшенні тиску. В другій ступені очистки метанол повністю регенерує за рахунок закипання, нагріваючись від водяної пари в виносному кип'ятильнику регенератора. Після повної регенерації метанол конденсується та знову подається в контур.



1-Піч, 2- Реактор синтез – газу, 3- Водяний скруббер, 4, 8, 17- Газові теплообмінники, 5- Абсорбер очистки сірки, 6, 7, 26- Компресор, 9- Абсорбер вуглекислого газу, 10, 12, 18 – аміачний випарник, 11,13,14,20,21- насос, 15- Десорбер вуглекислого газу, 16,22- Теплообмінник,19- Десорбер очистки сірки. 23- Конденсатор,24- Регенератор, 25- Кип'ятильник, 27 - ресивер А- Конверсія CO, Б- Промивка рідким азотом.

Рисунок 1 – Технологічна схема очистки синтез газу.

Висновок: модернізація першого апарату регенерації сорбенту дільниці очистки синтез–газу дозволить зменшити енерговитрати на другому апараті очистки, тому сама модернізація має практичне значення, а для її обґрунтування необхідно провести попередні розрахунки варіантів модернізації.

Перелік посилань:

1. Справочник азотчика / [Жаворонков Н.М. (1987)] // Под ред. Жаворонкова Н.М., «Химия», 1987. – 230 с.
2. Справочник азотчика: Физико-химические свойства газов и жидкостей. Производство технологических газов. – 2-е изд., перераб., М.: Химия, 1986 г. – 512 с., ил.

Друга міжнародна науково-технічна конференція
«Перспективні технології
для забезпечення безпеки життєдіяльності та довголіття людини»

Друга міжнародна науково-технічна конференція «Перспективні технології для забезпечення безпеки життєдіяльності та довголіття людини»: Тези доповідей. – Одеса: ОНМУ, 2019. – 228 с.

Збірник містить тези доповідей Другої міжнародної науково-технічної конференції «Перспективні технології для забезпечення безпеки життєдіяльності та довголіття людини».

Наведені матеріали охоплюють широке коло питань, пов'язаних з сучасними перспективними технологіями для забезпечення безпеки життєдіяльності та довголіття людини, а також з засобами та методами їх використання в різних сферах життєдіяльності людини. Вони відображають результати науково-дослідної роботи викладачів та студентів Одеського національного морського університету, а також співробітників: Одеської державної академії будівництва і архітектури, Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського», Одеського національного університету ім. І.І. Мечникова, Одеського державного аграрного університету та ін.

Матеріали публікуються в авторській редакції.

Оргкомітет конференції висловлює подяку всім учасникам конференції та сподівається на подальшу плідну співпрацю.

УДК 614.8

*Ковтун А.І. – асистент кафедри «Охорони праці, промислової та цивільної безпеки» Національного технічного університету України «Київського політехнічного інституту ім. Ігоря Сікорського», к.т.н.,
Євзютін П.Ю. – студент 4 курсу інженерно-хімічний факультету Національного технічного університету України «Київського політехнічного інституту ім. Ігоря Сікорського».*

ІДЕНТИФІКАЦІЯ АМІАКУ В ПОВІТРІ ВИРОБНИЧИХ ПРИМІЩЕНЬ

Анотація: В цій роботі розглянуті методи забезпечення безпеки життєдіяльності на виробництві в хімічній галузі. Інновації в галузі охорони праці та безпеки життєдіяльності людини дозволяють виробляти продукт не завдаючи шкоди навколишньому середовищу. Сучасний комплексний підхід до проблеми охорони праці дозволяє знизити до мінімуму ризики на робочому місці.

Ключові слова: аміак, хімічне виробництво, охорона праці, безпека життєдіяльності, здоров'я, промисловість, газоаналізатор, індивідуальні засоби захисту, автоматизація, заходи безпеки.

Abstract: In this paper, the methods of ensuring the safety of life in the chemical industry are considered. Innovations in the field of labor protection and safety of human life allow to produce a product without harm to the environment. The modern comprehensive approach to the problem of labor protection allows you to minimize the risks in the workplace.

Keywords: ammonia, chemical production, labor protection, life safety, health, industry, gas analyzer, personal protective equipment, automation, safety measures.

Актуальність теми тези: в Світі велика кількість хімічних виробництв та інших галузей промисловості, що використовують аміак. Викиди аміаку наносять великі збитки у вигляді людських жертв та забруднення екосистеми.

Мета публікації: дослідження методів ідентифікації аміаку в повітрі.

Аміак – високотоксична, подразнююча, вибухо- і пожежонебезпечна речовина з різким запахом. Аміак утворює гримучу суміш з повітрям за концентрації 14-27 %; гранично допустима концентрація – 20 мг/м³. Досвід минулих років показав, що невчасне виявлення витoku аміаку призводить до жахливих наслідків та збитків [1].

Аналітичний контроль концентрації аміаку в повітрі робочої зони проводиться різними методами, а саме(основні методи):

- хемілюмінесцентний;
- за допомогою електричних сенсорів;
- за допомогою сильфонного аспіратора.

Хемілюмінесцентний метод полягає в виявленні діоксиду азоту, що утворюється при окисленні аміаку за температури 500 С на каталізаторі. Концентрація аміаку пропорційно залежить від кількості діоксиду азоту. Хемілюмінесцентні газоаналізатори (рис. 1), що працюють таким чином, громіздкі та потребують великої кількості часу для визначення концентрації [2].



Рис. 1. Хемілюмінесцентний газоаналізатор Р-310А

Електричні сенсори під час взаємодії з газом виробляють струм та обробивши ці сигнали можна дізнатись концентрацію аміаку в повітрі робочої зони. Таке рішення може бути виконане в малогабаритному корпусі. Недолік цього пристрою полягає в його перевазі – портативності: охоплює малу робочу зону, потребує постійної участі людини, неможлива автоматична робота (рис. 2).



Рис. 2. Газоаналізатор МГЛ-19 портативний

Газоаналізатори на основі сифонного аспілятора (рис. 3) необхідні на хімічних підприємствах, оскільки, ГДК-20 мг/м³, а відчутти аміак можна лише за концентрації вище 37 20 мг/м³.



Рис. 3. Аспіратор сифонний Ам-5

Схема такого аналізатора наведена на рисунку 4.

В мг/м³ (таблицями). Трубки
запаиванием [9].

марки
основу
прибора
метод
омощью
фирмы



Рис. 4. Схема сифонного аспіратуру:

- 1 – фільтруюча трубка; 2 – відрізок з'єднувального шлангу;
- 3 – індикаторна трубка; 4 – гніздо для трубок; 5 – сифон;
- 6 – ланцюжки; 7 – кришка; 8 – отвір для розтину трубок

Різноманіття конструкцій пристроїв виміру концентрацій аміаку зумовлено їх вартістю та умовами експлуатації, але більшість з них не може працювати в автоматичному режимі та без участі людини.

З метою забезпечення безпечних умов праці потрібно не лише вчасно виявити викиди, або перевищення концентрації аміаку, а й захистити людину індивідуальними засобами безпеки.

До засобів індивідуального захисту від парів аміаку відносяться фільтруючі протигази КД (рис. 5) з фільтруючою коробкою сірого кольору, газонепроникні універсальні рятувальні гідрокостюми (типу УРГК або Л-1), гумові рукавички і чоботи, захисні окуляри, ізолюючі дихальні апарати стиснутого повітря АСП [3].

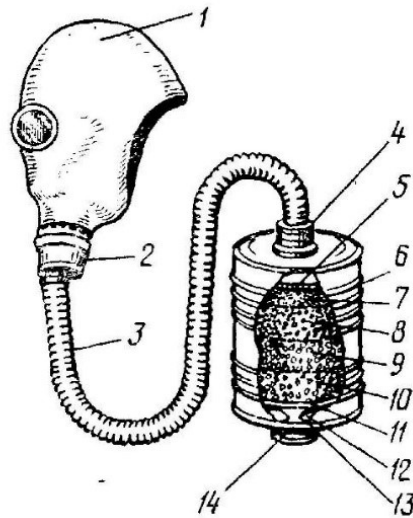


Рис. 5. Фільтруючий протигаз КД:

- 1 – шлем-маска; 2 – клапанна трубка; 3 – гофрована трубка;
4, 14 – нагвинчуванні горловини; 5, 12 – жерстяні решітки;
6 – фільтруюча коробка; 7, 9 – осушувач; 8 – гопкаліт;
10 – активоване вугілля; 11- ватний фільтр; 13- спіральна пружина

Для полегшення роботи в протигазах КД можна застосовувати шоломи-маски з великим вікном для очей (тип «Пелюстка»).

Комплекс колективних та індивідуальних заходів безпеки забезпечує збереження життя та здоров'я людини лише при належному виконанні умов використання та техніки безпеки (вчасна заміна фільтрів, перевірка справності приладів та їх роботи).

При аваріях на виробництвах аміаку, або при його транспортуванні, забруднюється велика територія за рахунок перенесення парів повітряними масами. Для забезпечення безпечної евакуації людей з житлових і нежитлових приміщень при пожежах, техногенних аваріях і терористичних актах застосовують індивідуальні засоби безпеки такі як: саморятівники фільтруючі ГУДЗК (ГУДЗК-У) – газодимозахисний комплект і універсальний фільтруючий малогабаритний саморятівник (УФМС) «Шанс»-1 (рис. 6). Вони призначені для захисту органів дихання і зору людей від токсичних продуктів горіння та небезпечних хімічних речовин (парів, газів, аерозолів).



Рис. 6. Фільтруючі саморятівники: 1 – ГУДЗК-У; 2 – «Шанс»-1

Висновок. На сучасному підприємстві має бути встановлена багаторівнева система виявлення та захисту від аміаку. На трубопроводах датчики – витоку та манометри. На апаратах датчики, що працюють за електрохімічним методом. Усі вони повинні бути підключені до автоматизованої системи управління, що дозволить людині перебувати в захищеному місці, а не в потенційно небезпечній зоні.

Головна мета сучасної науки та техніки зняти навантаження та ризики з людини, оскільки, життя людини – цінніше за все.

ЛІТЕРАТУРА

1. Безпека життєдіяльності та цивільний захист [Електронний ресурс]: підручник для студ. спеціальностей з природничих, соціально-гуманітарних наук, та інженерно-комунікаційних технологій / О. Г. Левченко, О. В. Землянська, Н. А. Праховнік, В. В. Зацарний; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 10,2 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. – 260 с.
2. Методы определения аммиака в воздухе рабочей зоны - ПОЛЗУНОВСКИЙ ВЕСТНИК № 4 Т.2 2016. ст. 186.
3. НПАОП 0.00-1.04-07. Правила вибору та застосування засобів індивідуального захисту органів дихання: https://dnaop.com/html/2240_4.html.